

CULTURES MARGINALISÉES

1492: une autre perspective

Organisation
des
Nations
Unies
pour
l'alimentation
et
l'agriculture



Ce volume passe en revue 65 cultures en majeure partie d'origine américaine qui, pour des raisons d'ordre social, agronomique ou biologique, ont perdu de leur importance durant les 500 dernières années. Quelques-unes se sont trouvées marginalisées par rapport à leur fonction originale ou à leur potentiel; d'autres ont même été pratiquement oubliées.

Ce sont des espèces végétales qui, à d'autres époques et dans d'autres conditions, ont joué un rôle fondamental dans l'agriculture et l'alimentation des populations autochtones et des communautés locales. Leur marginalisation a souvent été due à la suppression préméditée des modes de vie autosuffisants qui caractérisaient les cultures traditionnelles.

Cet ouvrage, coordonné par J.E. Hernández Bermejo (Espagne) et J. León (Costa Rica), comprend des contributions de 31 auteurs appartenant à neuf pays. Il a été établi à la demande de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, en collaboration avec le Jardin botanique de Cordoue (Espagne), à titre d'apport à l'exécution du programme ethnobotanique 92. Ce livre comprend une section introductive qui traite des ressources phytogénétiques

CULTURES MARGINALISÉES

1492: une autre perspective

Collection FAO:
Production végétale et protection des plantes n°26

CULTURES MARGINALISÉES
1492: une autre perspective

Publié sous la direction de
J.E. Hernández Bermejo et J. León

en collaboration avec le
Jardin botanique de Cordoue
(Espagne)
en exécution du
Programme ethnobotanique 92
(Andalousie 92)

ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR
L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE
Rome, 1994



Les appellations employées dans cette publication et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones, ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites.

Catalogage avant publication de la Bibliothèque David Lubin

Jardin botanique de Cordoue (Espagne)
Cultures marginalisées – 1492: une autre perspective
(Collection FAO: Production végétale et protection des plantes, n° 26)
ISBN 92-5-203217-7

1. Production végétale 2. Exploitation agricole marginale
3. Plante de culture 4. Tendance
I. Titre II. Série III. FAO, Rome (Italie)
IV. Hernández Bermejo, J.E. V. León J.

Code FAO: 11 AGRIS: F01

Avant-propos

Tout au long de l'histoire, l'homme a utilisé pour se nourrir des milliers d'espèces de plantes dont beaucoup ont d'ailleurs été domestiquées. Aujourd'hui, le nombre des espèces végétales est à peine de 150, dont 12 représentent environ 75 pour cent de notre alimentation et 4 en produisent plus de la moitié. Cette régression a accru la vulnérabilité de l'agriculture et appauvri le régime alimentaire de l'homme. De ce fait, de nombreuses cultures locales, traditionnellement importantes pour l'alimentation des fractions les plus pauvres de la société, se trouvent aujourd'hui sous-utilisées ou marginalisées.

Il ne fait aucun doute que l'utilisation, la domestication et la culture des espèces végétales les plus répandues ont été déterminées dans une large mesure par le hasard et sont conditionnées par les valeurs sociales, économiques et politiques des cultures dominantes. Il est très probable que si l'on avait soigneusement programmé le processus et sélectionné les espèces sur la base des données scientifiques dont on dispose maintenant, le résultat aurait été différent. Aujourd'hui, les biotechnologies nouvelles représentent un instrument puissant pour sortir du processus de régression et accélérer la domestication d'autres plantes prometteuses ainsi que l'amélioration de la génétique de celles qui sont marginalisées. Toutefois, l'intérêt économique et politique nécessaire pour promouvoir les recherches qui profiteraient surtout aux couches sociales les plus pauvres, et dont le pouvoir d'achat est par conséquent le plus faible, fait peut-être défaut.

La découverte de l'Amérique, qui a mis en contact deux mondes différents avec leurs histoires, leur culture et leur tradition propres, a jeté en même temps un pont entre deux macrocosmes écologiques. Ceux qui sont arrivés en Amérique ont apporté, avec leur langue, leur religion et leurs coutumes, quelques-unes des plantes cultivées sur le continent eurasiatique; en retour, ils rapportèrent, en plus d'histoires de richesses étonnantes, de cultures mystérieuses et de coutumes exotiques, des produits de la terre inconnus dans l'Ancien Monde. Ainsi a commencé un échange vivace de plantes et d'animaux qui, au cours des siècles suivants, a profondément transformé les habitudes alimentaires des deux côtés de l'Atlantique.

Au cours de cet échange, des produits qui avaient occupé dans le passé une place importante dans l'économie et l'alimentation de vastes régions, surtout en Amérique latine, ont disparu ou se sont marginalisés, cédant la place à des cultures provenant de l'autre continent. Avec le temps, le

changement des habitudes alimentaires entraîné par l'apport de ces plantes, qui n'étaient pas toujours bien adaptées aux conditions agro-écologiques locales, a créé dans certains pays du centre et du sud de l'Amérique une dépendance alimentaire et économique qui reste aujourd'hui un obstacle sérieux à leur développement.

Au moment où le monde connaît une augmentation exponentielle de sa population et se demande avec inquiétude s'il sera possible de mettre fin à la famine et à la pénurie d'aliments qui existent aujourd'hui dans de nombreuses régions, sans provoquer de nouveaux dommages à notre environnement naturel, il paraît logique de nous retourner vers le passé et de chercher des solutions possibles parmi les espèces qui ont alimenté l'humanité au long de son histoire.

Tel est l'objet du présent ouvrage qui, partant d'une analyse des caractéristiques de ces plantes, vise à identifier les domaines possibles de recherche et de développement pour faciliter, chaque fois que possible, leur réintroduction dans les régions où elles s'étaient si bien adaptées au fil des siècles. L'objectif est donc éminemment pratique et vise, avec la coopération des institutions actives dans ce domaine et des donateurs éventuels, à éveiller l'intérêt pour l'exploitation efficace de ces cultures et leur diffusion.

Cette initiative représente aussi une première étape vers la mise en pratique des principes énoncés à la Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement qui s'est tenue à Rio de Janeiro en 1992. Elle s'intègre dans les efforts que la FAO déploie sans répit pour trouver des systèmes et des méthodes de culture qui permettent de conjuguer le développement et le respect de l'environnement.

Edouard Saouma
Directeur général
Organisation des Nations Unies
pour l'alimentation et l'agriculture

Table des matières

Avant-propos

Tout au long de l'histoire, l'homme a utilisé pour se nourrir des milliers d'espèces de plantes dont beaucoup ont d'ailleurs été domestiquées. Aujourd'hui, le nombre des espèces végétales est à peine de 150, dont 12 représentent environ 75 pour cent de notre alimentation et 4 en produisent plus de la moitié. Cette régression a accru la vulnérabilité de l'agriculture et appauvri le régime alimentaire de l'homme. De ce fait, de nombreuses cultures locales, traditionnellement importantes pour l'alimentation des fractions les plus pauvres de la société, se trouvent aujourd'hui sous-utilisées ou marginalisées.

Il ne fait aucun doute que l'utilisation, la domestication et la culture des espèces végétales les plus répandues ont été déterminées dans une large mesure par le hasard et sont conditionnées par les valeurs sociales, économiques et politiques des cultures dominantes. Il est très probable que si l'on avait soigneusement programmé le processus et sélectionné les espèces sur la base des données scientifiques dont on dispose maintenant, le résultat aurait été différent. Aujourd'hui, les biotechnologies nouvelles représentent un instrument puissant pour sortir du processus de régression et accélérer la domestication d'autres plantes prometteuses ainsi que l'amélioration de la génétique de celles qui sont marginalisées. Toutefois, l'intérêt économique et politique nécessaire pour promouvoir les recherches qui profiteraient surtout aux couches sociales les plus pauvres, et dont le pouvoir d'achat est par conséquent le plus faible, fait peut-être défaut.

La découverte de l'Amérique, qui a mis en contact deux mondes différents avec leurs histoires, leur culture et leur tradition propres, a jeté en même temps un pont entre deux macrocosmes écologiques. Ceux qui sont arrivés en Amérique ont apporté, avec leur langue, leur religion et leurs coutumes, quelques-unes des plantes cultivées sur le continent eurasiatique; en retour, ils rapportèrent, en plus d'histoires de richesses étonnantes, de cultures mystérieuses et de coutumes exotiques, des produits de la terre inconnus dans l'Ancien Monde. Ainsi a commencé un échange vivace de plantes et d'animaux qui, au cours des siècles suivants, a profondément transformé les habitudes alimentaires des deux côtés de l'Atlantique.

Au cours de cet échange, des produits qui avaient occupé dans le passé une place importante dans l'économie et l'alimentation de vastes régions, surtout en Amérique latine, ont disparu ou se sont marginalisés, cédant la place à des cultures provenant de l'autre continent. Avec le temps, le

changement des habitudes alimentaires entraîné par l'apport de ces plantes, qui n'étaient pas toujours bien adaptées aux conditions agro-écologiques locales, a créé dans certains pays du centre et du sud de l'Amérique une dépendance alimentaire et économique qui reste aujourd'hui un obstacle sérieux à leur développement.

Au moment où le monde connaît une augmentation exponentielle de sa population et se demande avec inquiétude s'il sera possible de mettre fin à la famine et à la pénurie d'aliments qui existent aujourd'hui dans de nombreuses régions, sans provoquer de nouveaux dommages à notre environnement naturel, il paraît logique de nous retourner vers le passé et de chercher des solutions possibles parmi les espèces qui ont alimenté l'humanité au long de son histoire.

Tel est l'objet du présent ouvrage qui, partant d'une analyse des caractéristiques de ces plantes, vise à identifier les domaines possibles de recherche et de développement pour faciliter, chaque fois que possible, leur réintroduction dans les régions où elles s'étaient si bien adaptées au fil des siècles. L'objectif est donc éminemment pratique et vise, avec la coopération des institutions actives dans ce domaine et des donateurs éventuels, à éveiller l'intérêt pour l'exploitation efficace de ces cultures et leur diffusion.

Cette initiative représente aussi une première étape vers la mise en pratique des principes énoncés à la Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement qui s'est tenue à Rio de Janeiro en 1992. Elle s'intègre dans les efforts que la FAO déploie sans répit pour trouver des systèmes et des méthodes de culture qui permettent de conjuguer le développement et le respect de l'environnement.

Edouard Saouma
Directeur général
Organisation des Nations Unies
pour l'alimentation et l'agriculture

Figures

Sigles

ARARI
Ege Bölge Zirai Arastirma Enstitüsü [Institut régional de recherche agricole de l'Egée] (Turquie)

CATIE/GTZ
Centre de recherche et de formation en matière d'agriculture tropicale/ Office allemand de la coopération technique

CEPEC
Centro de Pesquisas do Cacau (Brésil)

CEPLAC
Commissão Executiva do Plano da Lavoura Cacauiera (Brésil)

CIAT
Centre international d'agriculture tropicale (Colombie)

CIFAP
Centro de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (Mexique)

CIP
Centre international de la pomme de terre (Pérou)

CIRP
Conseil international des ressources phytogénétiques

CPAA
Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Ocidental (Brésil)

CPATU
Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido (Brésil)

CSIC
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (Espagne)

EMBRAPA
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

ETSIA(M)
Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos (de Madrid) (Espagne)

GCRAI .
Groupe consultatif pour la recherche agricole internationale

IBTA
Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria

ICA
Instituto Colombiano Agropecuario

ICARDA
Centre international de recherche agricole dans les zones arides

ICRISAT
Institut international de recherche sur les cultures des zones tropicales semi-arides

IITA
Institut international d'agriculture tropicale

INCAP
Institut de nutrition de l'Amérique centrale et du Panama (Guatemala)

INIA
Instituto Nacional de Investigação Agrária (Portugal)

INIAP
Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (Equateur)

INIFAP
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (Mexique)

INIPA
Instituto Nacional de Investigación y Promoción Agropecuaria (Pérou)

INPA
Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia (Brésil)

INRA
Institut national de la recherche agronomique (France)

INTA
Instituto Nacional de Technología Agropecuaria (Argentine)

MAG
Ministerio de Agricultura y Ganadería (Costa Rica)

MIDINRA
Ministerio de Desarollo Agrícola/Instituto Nacional de Reforma Agraria (Nicaragua)

NBPGR
National Bureau of Plant Genetic Resources [Conseil national des ressources phytogénétiques] (Inde)

OEA
Organisation des Etats américains

SARH
Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (Mexique)

UACH
Universidad Autónoma de Chapingo

UCR
Universidad de Costa Rica

UICN
Alliance mondiale pour la nature

UNAM
Universidad Autónoma de México

USDA
Département de l'agriculture des Etats-Unis

VIR
Institut N.I. Vavilov de recherche de l'industrie des plantes (CEI)

Préface

Le projet de *Cultures marginalisées – 1492: une autre perspective* a été conçu par l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture et a bénéficié, pour les travaux de coédition, de la collaboration du Jardin botanique espagnol de Cordoue. Cette coopération est née de l'occasion offerte en septembre 1992 par le congrès «Ethnobotanique 92» organisé par le Jardin botanique et la ville de Cordoue. La teneur et les objectifs du congrès allaient entièrement dans le sens de ceux de l'ouvrage projeté. Ce dernier servirait donc de protocole initial pour une discussion au cours d'un symposium sur les cultures marginalisées visant à définir des priorités, à établir de nouveaux projets de recherche et d'amélioration des cultures en question, et à élaborer des stratégies pour leur financement.

Le but de l'ouvrage est d'analyser la situation actuelle et les perspectives d'amélioration de certaines cultures traditionnelles qui ont eu une grande importance à d'autres époques, mais qui sont aujourd'hui complètement oubliées ou ne jouent plus qu'un rôle marginal. Après avoir étudié les répercussions que 1492 a eues sur les ressources naturelles et les modes de vie, en Amérique comme en Espagne, le livre examine la découverte et les époques qui lui ont succédé, non comme des faits historiques ayant provoqué un important flux génétique et cultural, mais au contraire en tant que cause possible, immédiate ou à retardement de la marginalisation de certaines cultures.

La notion, en termes agricoles, d'espèce marginalisée doit être nuancée. Elle se réfère fondamentalement aux espèces cultivées; sont donc exclues celles qui, en dépit de leur intérêt ethnobotanique ou économique éventuel, s'exploitent directement à partir de leurs populations sauvages. Ce sont des cultures qui, en d'autres temps ou dans d'autres conditions, ont eu une grande importance dans l'agriculture traditionnelle et dans l'alimentation des peuples indigènes et des autres communautés locales. Il ne s'agit pas nécessairement de cultures prometteuses, d'une part parce qu'elles ont déjà été cultivées et d'autre part parce qu'on ne prétend pas, en les sauvant, les convertir en cultures intensives ou exportables. Les cultures marginalisées sont celles dont l'utilisation et la productivité demandent plutôt à être renforcées en tant que moyen d'améliorer les conditions de vie et d'alimentation d'ethnies ou de populations habituées à vivre dans une économie qui connaît peu d'échanges.

Comment s'est produite cette situation de marginalité? Elle a été déterminée par différents facteurs: introduction d'espèces qui ont supplanté les espèces traditionnelles; perte de compétitivité de ces espèces face à d'autres

plus productives; variations progressives de la demande; interdictions économiques, culturelles, politiques ou religieuses; disparition des groupes ethniques qui connaissaient les techniques et les utilisations des plantes et leurs modes de culture. Nous devons reconnaître, comme le fait cette étude, que parmi les raisons sociales, agronomiques et biologiques qui ont causé la marginalisation, ce sont les facteurs sociaux qui prédominent. Ce phénomène a souvent été la conséquence de l'éradication préméditée de modes de vie autosuffisants et de leur remplacement par d'autres modes de vie correspondant aux intérêts étrangers. Ainsi, dans les sociétés traditionnelles d'Amérique latine s'est développée une dépendance par rapport à l'extérieur, qui s'est traduite par la pauvreté.

Quatre grandes sections de cet ouvrage portent essentiellement sur l'Amérique latine, où l'on reconnaît trois zones de comportement anthropologique qui correspondent aux trois principaux centres de diversité phytogénétique et d'origine des expériences agricoles: l'Amérique centrale, la région andine et l'Amazonie. Conformément au planning général d'«Ethnobotanique 92» — visant à analyser les conséquences de 500 années d'échanges génétiques et ethnobotaniques entre les deux rives de l'Atlantique —, il est apparu logique d'inclure une section finale sur la marginalisation des cultures en Espagne et son rapport possible avec 1492.

Le catalogue des espèces étudiées a été limité aux cultures alimentaires et, hormis quelques exceptions, à celles qui présentent un intérêt exclusif pour l'alimentation humaine. Cela ne veut pas dire qu'il ne s'est pas produit le même phénomène de marginalisation, tel qu'il est défini ici, pour d'autres types de cultures. Les cas peut-être les plus radicaux se rencontrent parmi les cultures industrielles: plantes tinctoriales, à fibres ou médicinales qui sont déjà remplacées par des produits synthétiques, leur culture restant aux mains des communautés les plus pauvres qui n'ont pas les moyens de se procurer les substituts artificiels, ou survivant pour servir à des moments où, pour une raison imprévue d'évolution du marché, le produit naturel fait de nouveau l'objet d'une consommation (encore que limitée).

Les chapitres sont tantôt consacrés à une seule plante, tantôt à des groupes de cultures proches du point de vue de la classification et de l'agronomie. Afin de répondre à l'objectif fondamental de l'amélioration agricole des espèces dans leurs régions d'exploitation traditionnelle, l'attention s'est portée sur les aspects ci-après.

Importance des ressources génétiques. On met en relief aussi bien l'utilisation directe de matériels génétiques nouveaux, d'un rendement, d'une qualité ou d'une résistance supérieurs, que leur application dans des programmes précédents d'amélioration génétique au moyen de techniques plus sophistiquées. Il est fait mention également de programmes de conservation et de banques de gènes, ainsi que d'institutions nationales et interna-

tionales qui coordonnent les actions de conservation et d'utilisation de ces ressources. On évalue la variabilité génétique ou la biodiversité (cultivars connus, espèces proches, variabilité intraspécifique sauvage, etc.) et les risques actuels d'érosion génétique.

Modes de consommation. Parmi les causes directes ou les facteurs adjuvants de la marginalisation, on peut citer la disparition, par oubli ou par répression culturelle, de modes de consommation (préparation, conservation, habitudes culinaires, différentes utilisations) des aliments à base de plantes traditionnelles marginalisées. C'est pourquoi on a considéré qu'il était du plus haut intérêt non seulement de retrouver les usages de ces plantes, mais aussi de mettre en évidence leur valeur nutritionnelle et leurs modes de préparation.

Perspectives d'amélioration. Les spécialistes ont porté leur attention sur le sauvetage des cultures marginalisées, et leur but est par conséquent d'indiquer les orientations pouvant conduire à leur amélioration. Le développement des cultures séculaires doit se faire en prenant en compte les besoins des communautés qui les consomment. Avec les technologies modernes, il est possible de mettre en pratique des programmes d'amélioration, mais il faut pour cela partir de l'expérience acquise par les agriculteurs eux-mêmes. Les travaux de recherche doivent se mener à divers niveaux et couvrir aussi bien l'étude et l'évaluation des matériels de semence et des façons culturales traditionnelles que l'intégration d'une biotechnologie adaptée aux problèmes pratiques des agriculteurs.

Bien que les éditeurs de cet ouvrage aient établi une structuration rigoureuse des sujets, la nature diverse des questions traitées et les visions différentes des spécialistes provenant de plus de neuf pays ont conduit à accepter un certain manque d'uniformité qui est finalement enrichissant. Le livre fournit souvent une information bien spécifique en grande partie inédite. On y trouve aussi des jugements de valeur, des observations et des opinions personnelles qui peuvent être utiles à ceux qui travaillent sur le terrain.

Les deux premiers chapitres présentent un tableau d'ensemble de la biodiversité des ressources phytogénétiques américaines et des mécanismes qui ont provoqué la marginalisation. Ce phénomène est lié directement ou indirectement à l'introduction à partir de 1492 de la flore de l'Ancien Monde en Amérique.

La section consacrée à l'Amérique centrale étudie quelques haricots peu connus, courges et autres cucurbitacées autochtones, anones et cachimantiers, huautli et amarantes, sapotes, mombins et physalis. Les nombreuses cultures mineures de la région ne sont pas incluses en raison de leur faible répartition géographique.

Dans la section relative à l'agriculture andine, les plantes sont groupées en

céréales et légumineuses, tubercules, racines et plantes fruitières. Parmi les céréales, on étudie la quinoa, la qañiwa, l'amarante caudée et le lupin changeant; parmi les tubercules, la truffette acide, l'ulluque, la papa amarga et la capucine tubéreuse; parmi les racines, l'arracacha, le yacón, la maca et la merveille du Pérou; parmi les plantes fruitières, la papaye d'altitude, la poire-melon et la tomate arbustive.

La section consacrée à l'agriculture amazonienne et caraïbe examine les cultures marginalisées de l'Amazonie dans son sens large, et par extension les espèces de la région caraïbe et d'autres de climat et d'origine subtropicaux. On passe en revue le cupuassu, le pejibaie, *Paullinia* sp., l'arazá, le haricot, la jaboticaba, le topé, le houx maté et le chou caraïbe.

La dernière section étudie l'influence qu'a pu avoir la flore américaine sur la marginalisation de différentes cultures ibériques. Les espèces légumineuses (pour l'alimentation animale et humaine) et horticoles y sont examinées. On aurait dû y inclure les fruits et les groupes de plantes d'intérêt économique autre que l'alimentation humaine.

De nombreuses autres cultures n'ont pas été mentionnées. On n'a peut-être regroupé qu'une partie de celles qu'il faut sauver d'urgence, mais nous espérons au moins avoir aidé à en diffuser davantage la connaissance en stimulant les échanges d'informations existantes.

Nous recherchons maintenant la participation de différentes institutions nationales et internationales qui puissent mettre leurs moyens, leur technologie et leur compétence au service des pays les moins avancés; les cultures marginalisées y jouent un rôle important dans l'alimentation.

Ce qu'il faut peut-être d'abord, c'est réussir à faire changer les mentalités dans les pays latino-américains eux-mêmes en ce qui concerne les espèces et les produits dérivés actuellement marginalisés à cause de la passivité ou du mépris des consommateurs, ou de l'absence d'incitations à leur promotion et à leur amélioration. A ces efforts, il faut ajouter de nouvelles études sur le traitement après récolte, les voies de commercialisation et la diffusion des valeurs nutritives, en se rappelant que les premiers bénéficiaires de cette entreprise doivent être les agriculteurs et les consommateurs.

J.E. Hernández Bermejo
et J. León

Introduction

Les ressources phytogénétiques du Nouveau Monde

La découverte du Nouveau Monde a eu pour conséquence le plus important échange de matériel génétique de l'histoire. Précédemment, seules trois espèces – une cultivée (patate douce) et deux tolérées (courge bouteille et cocotier) – étaient communes à l'agriculture de l'Ancien Monde et du Nouveau. Après 1492, l'échange d'espèces cultivées a non seulement modifié radicalement l'alimentation de la majorité de l'humanité, mais aussi conduit au développement des cultures commerciales dans les tropiques et à la création d'un nouvel ordre économique mondial. La relation entre l'homme et les plantes cultivées a intéressé aussi bien les besoins fondamentaux de l'alimentation et de l'habillement que l'ornementation et les loisirs.

Les premières introductions en Amérique – céréales, légumes et fruits européens plantés à La Española – n'ont pas réussi, mais quelques décennies plus tard, sur les hauts plateaux du Mexique et des Andes, elles produisirent des rendements qui surpassaient ceux de l'Europe. En revanche, les bananes, la canne à sucre et les agrumes entre autres se sont acclimatés facilement dans les zones tropicales. D'Afrique, on a introduit l'igname et d'autres cultures mineures. D'Amérique vers l'Europe, le maïs, apporté peu après la découverte, s'est étendu en 30 à 40 ans à tout le centre du continent. Par la suite, la pomme de terre, la tomate, la courge, le haricot et le piment se sont lentement intégrés à la cuisine européenne, lui conférant les caractéristiques qu'on lui connaît aujourd'hui. En Afrique, on a introduit le manioc et l'arachide, qui ont radicalement changé l'alimentation dans la partie occidentale du continent.

Le riz, originaire de l'Asie du Sud-Est et apporté en Amérique à partir de l'Espagne et de l'Afrique, en est venu à constituer un aliment de base; en revanche, les cotons du Nouveau Monde ont éliminé ceux d'Afrique et d'Asie. Pour les cultures commerciales, l'influence de l'échange a été déterminante: la canne à sucre a été le premier produit agro-industriel du Nouveau Monde, et le café d'Ethiopie, introduit depuis deux siècles, en est venu à constituer le principal produit d'Amérique latine, suivi des bananes, originaires de l'Asie du Sud-Est. En sens contraire, le cacao du Brésil a été le principal produit commercial de l'Afrique occidentale et, avec le caoutchouc de l'Amazonie, un important article d'exportation de l'Asie du sud-est. Au cours de ce siècle, les pâturages africains ont remplacé en Amérique latine les espèces locales, peu nombreuses et à faible rendement.

L'échange de plasma germinatif est un processus continu de la diversification agricole et de l'amélioration génétique. Le fait que des deux côtés de l'Atlantique une majorité des cultures commerciales soient d'origine étrangère implique que la tâche de les conserver, de les évaluer et de les échanger est d'intérêt mondial. Il se peut que les pertes de matériel génétique dans l'Asie du Sud-Est se répercutent davantage en Amérique tropicale qu'en Asie.

L'auteur de ce chapitre est J. León (San José, Costa Rica).

RESSOURCES GÉNÉTIQUES

On utilise aujourd'hui toujours plus le terme de «ressources génétiques» à la place de plasma germinatif ou de matériel génétique, car on le juge plus apte et plus approprié. L'intérêt pour la préservation, la documentation et l'utilisation intensive des ressources génétiques est relativement récent. Comme tant de ressources naturelles, le matériel génétique de plantes cultivées qui se perd ne se récupère plus. Sa concentration dans les pays où l'agriculture débute crée des problèmes particuliers de conservation et d'échange, encore que les systèmes agricoles qui prévalent dans ces régions tendent à le préserver comme matériel de semence.

Le domaine des ressources génétiques des plantes cultivées varie considérablement selon l'espèce. La première catégorie est constituée des cultivars primitifs, c'est-à-dire ceux qui résultent d'une première sélection par les agriculteurs. Il n'existe pas d'inventaire complet, même pour les espèces de grande valeur économique, qui permette d'estimer le nombre de cultivars; pour certaines espèces, ce peut être des douzaines, pour d'autres des centaines. La plupart présentent une distribution géographique restreinte et beaucoup ne se cultivent que pour la consommation familiale. En dehors de leur centre d'origine, ils donnent des rendements élevés, comme le prouvent quelques expérimentations. Leur valeur potentielle est l'ensemble des gènes résistant à des conditions ambiantes très variées, aux maladies et aux ennemis des cultures et en tout cas leur haute valeur nutritive. Ils sont très exposés à l'érosion génétique car il s'agit de populations limitées qui sont faciles à remplacer par d'autres cultivars et, comme ils sont utilisés par les groupes sociaux les plus pauvres, ils reçoivent peu d'attention.

La deuxième catégorie, les cultivars avancés, est limitée en Amérique tropicale à quelques espèces; ils résultent de travaux d'amélioration génétique destinés à produire des cultivars à haut rendement, résistant aux maladies et aux ennemis des cultures ou adaptés à des conditions d'environnement particulières. Quelques cultures originaires des tropiques américains ont été soumises à une amélioration génétique dans les zones d'agriculture avancée: Amérique du Nord, Europe et Japon. Les cultivars auxquels ils ont donné naissance ne se sont cependant pas adaptés aux conditions dominantes en Amérique tropicale.

La troisième catégorie est constituée par les populations sauvages de l'espèce cultivée, qui subsistent dans la zone où l'on a domestiqué l'espèce. Elles poussent spontanément, et parfois l'action de sélection est disruptive et ne permet plus d'échanges de gènes entre les populations sauvages et les populations cultivées. Les «mauvaises herbes» constituent un groupe à part, difficile à définir. Dans les systèmes d'agriculture primitive, il n'y a pas de limite nette entre les cultivars, les mauvaises herbes et les populations sauvages, encore que dans certains cas on utilise aussi les deux dernières.

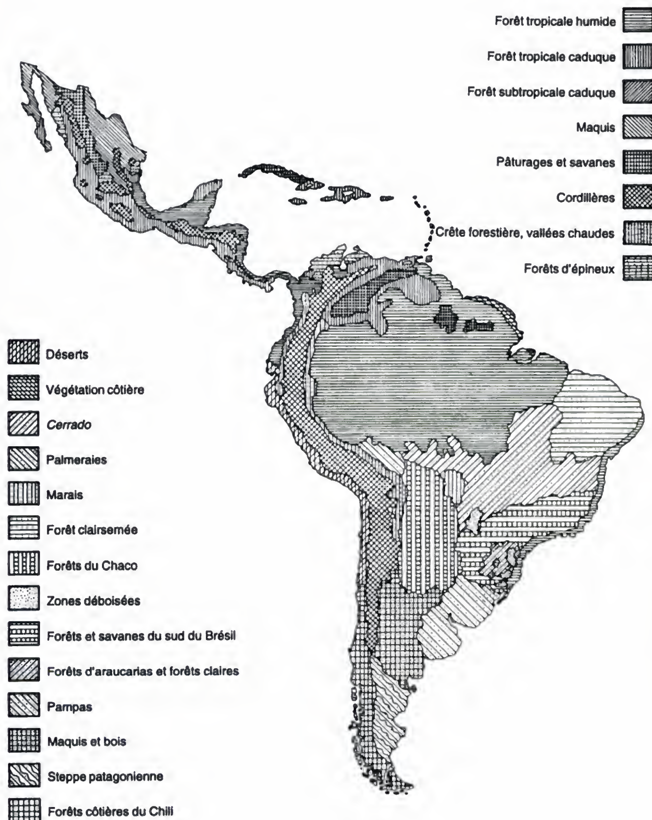
En dehors du domaine de l'espèce, les parents cultivés ou sauvages avec lesquels il est possible d'échanger des gènes constituent une quatrième catégorie qui peut jouer un rôle important dans l'amélioration génétique. Il est fréquent que les parents d'une espèce cultivée soient utilisés dans des opérations comme la greffe, qui exige une affinité physiologique. Dans certains cas – agrumes et orchidées ornementales – les ressources génétiques s'étendent à d'autres genres pour former des hybrides multigénériques.

LES GRANDES RÉGIONS PHYTOGÉOGRAPHIQUES

Le fond des processus qui déterminent la richesse des ressources génétiques du continent se comprend mieux si l'on en considère le rapport, d'un côté, avec la distribution des formations végétales et leur biodiversité, et de l'autre, avec les

FIGURE 1

Grands types de formations végétales d'Amérique centrale, des Caraïbes et d'Amérique du Sud



facteurs humains, c'est-à-dire avec les aspects culturaux. La première est très complexe dans la région tropicale du Nouveau Monde, par le nombre et les différences des paysages naturels.

Vers 25° de latitude nord se terminent les régions arides d'Amérique du Nord, avec leurs déserts ou leurs semi-déserts, et commencent les régions de plus grande humidité le long des zones côtières du Mexique. Parallèlement aux côtes, s'élèvent les Sierras Madres, entre lesquelles se trouvent les hautes et larges vallées du centre qui constituèrent le noyau de l'Amérique centrale. Vers le sud, les zones montagneuses, les cordillères et les vallées s'étendent jusqu'au Panama avec seulement une interruption à Tehuantepec. La végétation des cordillères est essentiellement d'origine nordique jusqu'au Nicaragua, et les premières étendues désertiques andines apparaissent déjà au Costa Rica. Dans les zones basses, on trouve des différences notables entre les deux versants.

Sur le versant atlantique, la forêt humide commence au sud de Tamaulipas et continue dans les plaines côtières jusqu'à Darién au Panama, interrompue seulement au Yucatán par une forêt basse et sèche et au nord du Nicaragua par de grandes étendues de pinèdes dues à des conditions édaphiques.

Sur le versant pacifique, en revanche, la forêt tropicale sèche (dans certaines régions avec alternance de saisons) s'étend de Sinaloa jusqu'au centre du Panama, avec une seule interruption au Costa Rica, celle de la forêt tropicale humide d'Osa. Les forêts des basses terres sont principalement d'origine méridionale et pénètrent au Mexique jusqu'à la limite nord des forêts humides ou sèches.

En Amérique du Sud, la forêt tropicale humide du golfe de Darién s'étend vers le sud jusqu'à l'Equateur par les plaines côtières; elle bifurque vers le nord et le nord-est en Colombie et au Venezuela, où elle est bordée par une forêt tropicale sèche semblable à celle du Mexique en Amérique centrale, qui se transforme dans les zones côtières en maquis semi-désert avec des cactées qui arrivent jusqu'au littoral caraïbe.

Les cordillères andines présentent une grande diversité d'étages de végétation, depuis les versants qui bordent le Pacifique, désertiques au Pérou et au Chili, jusqu'à la végétation des étendues désertiques. Le versant oriental est en général beaucoup plus humide et forme une frange continue du Venezuela à la Bolivie (crêtes ou *cejas*, vallées chaudes ou *yungas*). La situation du relief détermine dans les Andes des zones de sécheresse extrême, dont quelques-unes sont totalement dépourvues de végétation, par exemple les terres salées.

A l'extrême nord-est des Andes, une zone de faible humidité, la plaine de l'Orénoque, s'étend depuis le centre du continent jusqu'à l'Atlantique et se termine par des forêts très sèches sur le littoral. A l'est de l'Orénoque, se trouvent des forêts sèches et des palmeraies dans les sols les plus humides.

Le centre du continent est couvert par la forêt tropicale humide de l'Amazone et de l'Orénoque, à l'exception des savanes hautes des Guyanes. Cette forêt, la plus étendue au monde, peut se diviser en plusieurs sous-régions selon les types de végétation et la composition florale, déterminée par le développement des formations végétales anciennes et les conditions d'environnement. Du point de vue phytogéographique, la brèche d'Obidos est importante; c'est une frange qui traverse le bassin de l'Amazone du nord au sud et dont les précipitations, aux alentours de 1 500 mm, sont très inférieures au reste de l'Amazonie; elle divise cette dernière en une section occidentale et une section orientale, et constitue une barrière pour l'expansion de nombreuses espèces.

La haute Amazone, d'Obidos aux montagnes andines, est une des zones les plus intéressantes

d'Amérique du Sud par sa richesse florale et ses ressources génétiques; de nombreuses cultures qui y ont leur origine.

La diminution de l'humidité au sud de la forêt amazonienne détermine des paysages de forêts ouvertes et de savanes. Le cerrado est une immense zone au centre du Brésil, relativement basse, ondulée ou avec des montagnes peu élevées, couverte de végétation arborée basse, espacée, toujours verte, plus dense vers les cours d'eau. L'humidité est favorable à l'agriculture, dont le développement est récent; les sols sont productifs si l'on applique des engrais chimiques.

Le nord-est du Brésil est en grande partie occupé par la caatinga, forêt claire caduque, avec prédominance de palmiers et de cactus. Cette zone offre des produits naturels à récolter, par exemple la cire de carnauba à l'extrême nord, mais elle est difficile pour l'agriculture. A la frontière avec la forêt humide, dans des zones comptant 1 500 mm de précipitations, on trouve de grandes formations de babassu, important comme source d'huile. Le cerrado et la caatinga sont pauvres en cultures autochtones, en partie à cause de l'abondance des ressources naturelles et en partie parce que les conditions ne se prêtent pas à l'agriculture permanente.

Entre la caatinga et l'océan, s'étend une frange très humide à forêt humide qui, à Bahía sert en grande partie à des plantations de cacao, de canne et d'autres cultures. Les forêts humides du littoral sont interrompues au nord de Rio de Janeiro par des zones sèches, mais se prolongent vers le sud jusqu'à presque 30° de latitude.

De la limite sud du cerrado jusqu'au tropique du Capricorne, se trouvent plusieurs régions à paysages différents: les savanes à palmiers en Bolivie, sur les contreforts des Andes; la forêt sèche du Chaco, la plus vaste de la région; le grand marécage du Mato Grosso; les forêts mésophytiques, qui s'étendent vers l'est jusqu'aux forêts humides du littoral.

BIODIVERSITÉ DE LA FLORE AMÉRICAINE

La biodiversité des plantes des tropiques américains comprend deux aspects qui ne sont pas encore complètement étudiés. Le premier est la diversité des plantes déterminée par l'adaptation à un contexte de grande concurrence, complexe et instable. Les espèces ont répondu à ces conditions en formant des caractéristiques qui impliquent des changements complets de l'organisme épiphytisme parasitisme, ou en adaptant des organes, comme pour les lianes ou les plantes flottantes, qui s'accommodent de besoins plus restreints.

Le second aspect, la richesse des familles, des genres et des espèces, a été plus étudié, mais les inventaires faits dans le Nouveau Monde ne couvrent que des pays ou des régions très restreints, ce qui permet difficilement d'avoir une idée de la situation dans son ensemble. Il est bien connu que la richesse florale augmente des latitudes basses vers l'équateur et qu'elle atteint, comme la diversité des formes biologiques, son niveau maximal sous les tropiques humides. On peut estimer entre 60 000 et 70 000 le nombre d'espèces de plantes supérieures des tropiques du Nouveau Monde. Parmi ces plantes, un pourcentage très élevé correspond à des familles comme les composées, les orchidacées, les rubiacées, les cypéracées, les aracées et les mélastomatacées, qui sont pauvres en organes fournissant des matières pour l'alimentation et l'industrie. Il faut donc s'attendre qu'il n'y ait pas de corrélation entre la richesse florale d'une région et le nombre de plantes qui y sont domestiquées. Ainsi, au Costa Rica, avec près de 10 000 espèces de plantes supérieures, on n'en a domestiqué qu'une seule. En Equateur, dont la richesse florale n'a pas d'équivalent sur le continent, on pense que quatre espèces seulement ont été domestiquées. D'autre part, les zones dont la richesse florale est la plus grande sont celles qui offrent les meilleures perspectives d'utilisation future, surtout dans l'industrie.

ASPECTS CULTURAUX

Il est évident que ni la richesse florale ni la diversité des grandes formations végétales ne sont des facteurs essentiels de la domestication. Ces deux aspects peuvent plutôt être négatifs: le premier parce que, dans une vaste gamme de produits, il est facile de trouver des substituts si l'un d'entre eux se raréfie; le deuxième, parce que l'abondance d'un produit en formation naturelle rend inutile sa domestication.

Bien qu'on ne puisse pas déterminer de façon certaine quelles étaient les espèces que l'on cultivait en Amérique avant 1492, on estime leur nombre entre 250 et 300. La grande majorité d'entre elles se trouvent encore dans un état primaire de culture, et l'on ne pourrait pas les ranger dans la catégorie des plantes domestiquées si l'on suit les normes établies par certains spécialistes qui limitent ce concept uniquement aux espèces ayant fait l'objet d'améliorations génétiques. Mais si l'on admet que la relation entre l'homme et les plantes cultivées a un sens plus large, le développement et l'application de pratiques culturales ainsi que l'invention de techniques d'utilisation, comme facteurs du processus de domestication d'une espèce, peuvent être considérés comme aussi importants, ou plus, que l'amélioration génétique.

En Amérique tropicale, en raison de la pauvreté des témoignages archéologiques et historiques, il est très difficile de déterminer les facteurs qui ont conduit à la domestication et d'établir si celle-ci a été circonscrite dans le temps ou s'il s'agit d'un long processus, si elle s'est produite en un seul lieu ou en plusieurs, et si elle ne s'est réalisée qu'une seule fois ou répétée à différentes époques.

La domestication dans le Nouveau Monde a peut-être été due aux mêmes causes que celles qui, croit-on, sont intervenues dans l'Ancien Monde: rareté des ressources de la cueillette, de la pêche et de la chasse; pression démographique; changements d'environnement ou transformations culturales. On peut aussi mentionner des causes secondaires, par exemple la commodité d'avoir une ressource sous la main plutôt que d'être obligé d'aller la chercher dans la forêt, surtout si elle ne demande qu'un traitement et une multiplication faciles.

Une fois passée l'étape initiale de la domestication, l'expansion des cultures a exposé les espèces à de nouvelles forces de sélection et a augmenté leur diversité. Cette expansion a pu se faire par diffusion ou par émigration, comme on le décrira plus loin.

DISTRIBUTION DE LA DIVERSITÉ GÉNÉTIQUE

Les ressources génétiques des plantes cultivées ne présentent pas une distribution uniforme. Un plus grand nombre d'espèces et de variétés sont concentrées dans les régions tropicales et subtropicales, tandis qu'elles sont rares ou manquent totalement dans les zones très étendues des régions tempérées. Vavilov a été le premier à signaler cette irrégularité de la répartition géographique et, bien que son explication ne soit plus acceptée, sa définition des zones de grande richesse en ressources génétiques reste toujours valide et utile. Il existe une relation étroite entre les huit centres que Vavilov a signalés comme zones de grande diversité et l'état de l'agriculture à l'époque de la découverte. A l'arrivée des Européens, il y avait en Amérique deux régions d'agriculture avancée: l'Amérique centrale, avec une zone centrale au Mexique et au Guatemala, et les Andes, avec une zone analogue au sud du Pérou. Non seulement l'agriculture était plus avancée dans ces deux régions, mais aussi l'industrie, le commerce, les communications et le développement urbain. Le progrès agricole s'y caractérisait par le grand nombre de plantes cultivées et le nombre réduit d'animaux domestiques, le développement de l'irrigation et la conservation du

sol, les outils adaptés aux travaux des champs (pour lesquels on n'avait pas d'animaux de trait) et une technologie de conservation des aliments beaucoup plus avancée que celle qui existait en Europe.

L'Amérique centrale et les Andes n'avaient pas de communications culturales directes. Elles étaient séparées par une région intermédiaire comprenant une grande partie de l'Amérique centrale et du nord-ouest de l'Amérique du Sud, dont le développement cultural était très inférieur. Plusieurs plantes se cultivaient dans les deux régions, ce qui représente un facteur commun à tout le continent.

Le maïs a été la plante la plus cultivée: depuis l'embouchure du Saint-Laurent au Canada (52° de latitude nord) jusqu'au centre du Chili (35° de latitude sud), et depuis le niveau de la mer jusqu'à 3 900 m d'altitude. Les haricots, *Phaseolus vulgaris* et *P. lunatus*, couvraient une étendue analogue; ce dernier se cultivait jusqu'aux côtes du Brésil. Le tabac et les avocatiers étaient également courants. Il est intéressant d'indiquer que l'on a domestiqué en Amérique centrale et dans les Andes des espèces différentes des genres *Amaranthus*, *Capsicum*, *Cucurbita*, *Gossypium*, *Physalis* et *Pachyrrhizus*.

La botanique, l'archéologie et l'histoire ont permis de démontrer que les deux régions ont présenté dans leurs zones centrales un nombre significatif d'espèces cultivées autochtones; quelques-unes d'entre elles ne se rencontrent encore que dans ces zones. Ces dernières étaient entourées d'autres zones où l'environnement était différent et dans lesquelles il y avait des plantes domestiquées d'origine locale. Il en résulte une norme de distribution selon laquelle le nombre d'espèces et de variétés cultivées diminue de la région centrale vers la périphérie.

A la composante locale du matériel génétique dans les zones centrales et adjacentes, il faut ajouter la contribution étrangère au travers d'introductions réalisées à différentes époques et de provenances diverses. Avant la découverte, on cultivait déjà en Amérique centrale et dans les Andes le manioc, la patate douce, l'arachide et l'akée, peut-être originaires d'autres régions du continent, ainsi que la calebasse (*Lagenaria siceraria*), probablement d'origine africaine, utilisée depuis les Etats-Unis jusqu'à l'Argentine pour ses fruits, qui servaient de récipients. Dans les premières étapes de l'agriculture, ce processus de diffusion a commencé par des échanges, des vols, des guerres et des conquêtes entre les populations primitives. La réussite des introductions dépendait de la capacité d'adaptation des espèces au nouvel environnement et de leur acceptation par les consommateurs. Le cas de la banane est exemplaire; elle a été introduite dès le début de la découverte, et son expansion en Amérique tropicale a précédé de 10 ans le déplacement des conquistadores. La diffusion de cultivars, qui a résulté de la migration – volontaire ou forcée – de communautés humaines, a pu avoir un effet moins important, mais il existe des preuves historiques qui la confirment. La concentration de ressources génétiques en Amérique centrale et dans les Andes qui, au moment de la conquête, étaient deux empires très étendus, peut s'expliquer par l'accumulation de matériel génétique durant une longue histoire de domestication des cultures locales et par l'adaptation de cultures étrangères sur la base de quelques rares espèces cultivées communes aux deux régions.

Ces deux zones de concentration intense de matériel génétique occupent cependant une superficie très réduite. Au-delà des tropiques, au nord de l'Amérique centrale, il y a eu peu de domestications isolées: le tournesol, le topinambour (*Helianthus tuberosus*), *Iva annua*, *Proboscidea parviflora*, *Chenopodium* sp., dont seuls les deux premiers sont connus dans d'autres régions.

La région intermédiaire qui s'étend en Amérique du Sud comprend les bassins de l'Orénoque,

de l'Amazone et du Paraguay-Paraná. Cette immense région couvre les zones du continent les plus riches en diversité d'espèces et d'environnements. C'est là que l'on a domestiqué des espèces d'importance mondiale: le manioc, la patate douce, l'ananas, l'arachide et beaucoup de plantes de culture primaire. Malgré leur énorme extension, il n'existe pas de zones centrales présentant une concentration élevée de plasma germinatif, et ce n'est que dans la haute Amazone qu'il y a une zone indéfinie de plantes autochtones encore en état de culture primaire. Il existe des preuves archéologiques d'une occupation humaine ancienne et étendue dans la région intermédiaire, à une époque comparable aux occupations de l'Amérique centrale et des Andes, mais aucun groupe humain n'a atteint une culture comparable à celle de ces civilisations. Pour expliquer l'absence d'une agriculture avancée, on peut alléguer deux faits: *i*) dans certaines régions, par exemple en Amazonie, les conditions naturelles, comme l'abondance des ressources alimentaires en plantes et animaux, étaient suffisantes pour ravitailler une communauté et lui assurer toute l'année une nutrition équilibrée; *ii*) la faible fertilité des sols, les crues des grands fleuves et les sécheresses prolongées n'ont pas favorisé le développement d'une civilisation solidement enracinée.

Enfin, à l'extrême sud du continent, déjà en dehors des tropiques, il y a eu des domestications isolées. Au Chili, on a cultivé les céréales *Bromus mango* et *Elymus* sp. jusqu'à ce que les céréales européennes les remplacent complètement; un oléagineux, *Madia sativa*, s'est cultivé jusqu'au 18e siècle. C'est en Argentine et au Brésil qu'a commencé la culture d'un légume d'importance mondiale, *Cucurbita maxima*.

Les Antilles n'ont pas été une source importante de plantes cultivées. Seul l'abricot de Saint-Domingue, (*Mammea americana*), qui semble être d'origine antillaise, pousse à l'état sauvage dans les Grandes Antilles, où on le connaît sous le nom de «taíno». Il est douteux que l'arrowroot (*Maranta arundinacea*) ait été domestiqué dans les Petites Antilles comme on l'a suggéré; il a plutôt dû être introduit depuis l'Amérique du Sud. Les Antilles, surtout La Española, ont été les sites où les Européens ont connu pour la première fois un bon nombre des plantes cultivées américaines – adoptant pour elles les noms indigènes – qui se diffusèrent par la suite dans tout le continent.

CHANGEMENTS INTERVENUS DEPUIS L'ANNÉE 1500

Divers processus ont radicalement changé l'état des ressources génétiques depuis la découverte. Leur action a varié selon la culture et la région, et leur intensité a été différente selon l'époque. Il est donc difficile d'évaluer l'impact de ces processus et d'avoir une idée exacte des pertes de matériel génétique. Des données historiques montrent que certaines espèces ont disparu de la culture, mais il n'est pas possible d'évaluer toutes les pertes de cultivars.

Deux nouveaux processus s'observent immédiatement après la découverte. Le premier a été l'introduction du bétail, conduisant à une exploitation extensive qui subsiste encore dans les grands domaines de certaines régions d'Amérique latine. L'élevage extensif a occupé d'abord les terres cultivées que les Indiens ont abandonnées en raison de la conquête ou qui se sont dépeuplées à cause des maladies. Pour soutenir l'exploitation du bétail dans les hautes terres, on a introduit des espèces eurasiatiques de fourrage et, dans les basses terres, les pâturages africains, dont certains sont devenus les pires mauvaises herbes et ont éliminé les pâturages autochtones.

Le deuxième processus a été l'introduction de cultures d'exportation – canne à sucre, indigotier, caféier, bananier, palmier à huile – que l'on a établies en abattant la forêt primaire ou en utilisant des terres agricoles destinées aux cultures de subsistance. Les monocultures se sont transfor-

mées, par les semis denses et les pratiques agronomiques, en véritables déserts de biodiversité.

Les processus d'urbanisation, si c'est ainsi que l'on peut appeler la construction d'habitations et de voies de transport, ont sérieusement affecté la préservation des ressources génétiques. En effet, en Amérique latine l'expansion des villes s'est faite dans la majorité des cas autour des anciens centres de population entourés de champs où l'on pratiquait une agriculture intensive et variée. L'urbanisation a provoqué des changements d'alimentation qui ont diminué la consommation des aliments traditionnels.

Les répercussions que le changement de variétés a entraîné sur la survie des ressources génétiques ont eu moins d'importance en Amérique tropicale, en premier lieu faute de programmes d'amélioration génétique ou de sélection pour la grande majorité des cultures; en deuxième lieu à cause de la résistance des agriculteurs à adopter des variétés nouvelles, surtout pour les cultures alimentaires. (Les agriculteurs doutent habituellement des propriétés des variétés améliorées quand ils ne sont pas parfaitement informés de leurs modalités d'emploi et cette incertitude leur fait préférer les variétés traditionnelles.)

Un autre facteur ayant favorisé la diversité génétique est le semis de mélanges de cultivars afin d'assurer la récolte d'au moins l'un d'entre eux. L'aspect esthétique de cette pratique se reflète dans la diversité de forme, de couleur et de taille des fruits, tubercules et autres produits. Dans certains cas, les habitudes alimentaires et la supériorité nutritive et culinaire des cultivars primitifs ont contribué à leur survie.

LE DÉFI DE LA CONSERVATION

Comment une région formée de plus de 30 pays indépendants, qui connaissent de graves problèmes dans toutes leurs régions de développement, peut-elle maintenir le matériel génétique de quelque 350 espèces cultivées? On fait déjà beaucoup au niveau national et régional, surtout pour les cultures prioritaires qui suscitent un intérêt mondial. Pourtant, la capacité de production alimentaire de la plupart des cultures n'a pas encore été étudiée.

La préservation de ce patrimoine génétique est une tâche complexe, qui exige la responsabilité partagée d'institutions nationales et d'entités régionales et internationales ainsi que des décisions politiques qui garantissent la préservation permanente du plasma germinatif. Comme la grande majorité des cultures tropicales ont des semences récalcitrantes ou ont une multiplication végétative, il faudrait les conserver en collections vivantes. Il faudra développer de nouvelles techniques pour l'établissement et le traitement des collections et leur duplication en différents lieux. Comme beaucoup de cultures des tropiques américains sont exotiques, il faudra plus de matériel génétique et une politique internationale d'introduction et d'échanges. Cette richesse génétique devrait assurer à l'avenir une alimentation riche et variée et constituer une source de produits industriels pour les usages les plus divers.

La préservation du matériel génétique autochtone d'Amérique tropicale dépendra aussi de l'établissement de banques de gènes et de la création de zones protégées. Elle se fondera sur le développement de marchés et de technologies de traitement agronomique et de préparation des produits agricoles pour la consommation. Il faudra trouver des utilisations plus diversifiées qui élargissent le marché de ces produits, et lancer des campagnes d'information sur leur valeur nutritive et leurs qualités organoleptiques, basées sur les connaissances traditionnelles. Pour cela, il faudra intensifier les recherches ethnobotaniques et développer une étude systématique du traitement agronomique et des technologies de préparation du produit. Des exemples récents montrent qu'avec peu d'efforts et de temps on a pu convertir certaines cultures marginalisées en produits

TABLEAU 1 **Plantes cultivées originaires du Nouveau Monde, avec leurs zones d'extension probables à l'époque de la découverte**

Familles et espèces	Noms communs	Zones d'extension
	Céréales et autres grains	
Amarantacées		
Amaranthus caudatus	Amarante caudée, discipline des religieux	Equateur, Argentine
A. cruentus	Amarante, épinard du Soudan	Etats-Unis (Nouveau Mexique), Guatemala
A. hypochondriacus	Amarante, épinard du Soudan	Etats-Unis (Nouveau Mexique), Guatemala
Graminées		
Zea mays	Maïs doux	Canada, Argentine
Bromus mango[1]	Mango	Chili
Elymus sp.[1]	Elyme	Chili
Composées		
Iva annua[1]	Faux quinquina	Etats-Unis
Chénopodiacées		
Chenopodium pallidicaule	Ayara, cañihua, qañiwa	Pérou, Bolivie
C. quinoa	Quinoa, riz du Pérou	Colombie, Chili
Chenopodium sp.[1] (aff. *buschianum*)	Ansérine	Etats-Unis
Martyniacées		
Proboscidea parviflora	Bicorne	Etats-Unis
	Epices et condiments	
Apocinacées		
Fernaldia pandurata	Loroco	El Salvador
Bombacacées		
Quararibea funebris	Cacaoxochitl	Mexique
Cypéracées		
Cyperus sp.	Souchet	Amazonie
Composées		
Eupatorium ayapana	Thé de l'Amazonie	Amazonie
Porophyllum ruderale	Quillquiña	Bolivie
Spilanthes oleracea (*S. acmella* var. *oleracea*)	Cresson de Para, brède mapane	Pérou
Tagetes graveolens	Huacatay	Pérou, Bolivie
T. mandoni	Huacatay, suico	Pérou, Bolivie
Myrtacées		
Pimenta dioica (*P. officinalis*)	Poivre de la Jamaïque, toute-épice, myrte-piment	Mexique, Guatemala, Antilles
Orchidacées		
Vanilla planifolia	Vanille	Mexique
Chénopodiacées		
Chenopodium ambrosioides	Ambroisine, thé du Mexique, ansérine, feuilles à vers	Mexique, Pérou

[1] Espèces disparues de la culture.

TABLEAU 1 **Plantes cultivées originaires du Nouveau Monde, avec leurs zones d'extension probables à l'époque de la découverte** *(suite)*

Familles et espèces	Noms communs	Zones d'extension
	Epices et condiments	
Solanacées		
Capsicum annuum	Piment	Etats-Unis, Amérique du Sud (partie septentrionale)
C. baccatum	Poivre de Cayenne, piment oiseau	Amérique du Sud
C. chinense	Piment chinois	Amérique du Sud (partie septentrionale)
C. frutescens	Poivre d'Espagne, piment chien	Amérique centrale
C. pubescens	Piment	Equateur, Bolivie
Ombellifères		
Eryngium foetidum	Chardon étoile puant, panicant fétide	Amérique centrale, Antilles
	Stimulants	
Agavacées		
Agave cocuy	Cocuy	Venezuela
A. mapisiga		Mexique
A. salminia	Pulque, aguamiel	Amérique centrale
Aquifoliacées		
Ilex paraguariensis	Maté, houx maté, herbe du Paraguay	Paraguay, Argentine
Erythroxylacées		
Erythroxylum coca	Coca	Amérique du Sud (parties septentionale et centrale)
E. novo-granatense	Coca de Trujillo	Amérique du Sud (partie occidentale)
Esterculiacées		
Theobroma angustifolium	Abrome	Amérique centrale
T. cacao	Cacao	Amérique centrale
Sapindacées		
Paullinia cupana	Guaraná	Brésil
P. yoco	Yoco	Colombie, Equateur
	Fibres	
Agavacées		
Agave angustifolia (var. *letonae*)	Agave	El Salvador
A. cantala	Cantala	Mexique
A. fourcroydes	Henequen	Mexique
A. sisalana	Sisal	Mexique
Furcraea andina	Chuchao, cabuya	Equateur, Pérou
F. cabuya	Cabuya	Costa Rica, Colombie
F. foetida (*F. gigantea*)	Fourcrée gigantesque	Colombie, Venezuela
F. humboldtiana	Cocuiza	Colombie, Venezuela
F. macrophylla	Fique	Colombie
Broméliacées		
Aechmea magdalenae	Aachmée	Mexique, Venezuela, Equateur
Ananas erectifolius	Carúa	Brésil
Neoglaziovia variegata	Carúa	Brésil

TABLEAU 1 **Plantes cultivées originaires du Nouveau Monde, avec leurs zones d'extension probables à l'époque de la découverte** *(suite)*

Familles et espèces	Noms communs	Zones d'extension
	Fibres	
Cyclanthacées		
Carludovica palmata	Carludovique palmée	Guatemala, Pérou, Brésil
Malvacées		
Gossypium barbadense	Coton des Indes occidentales	Amérique du Sud (partie septentrionale), Guatemala, Belize, Antilles
G. hirsutum	Coton velu	Amérique centrale, Antilles
Palmiers		
Attalea funifera	Attalée à cordes, piassave	Brésil
	Fruits et noix	
Anacardiacées		
Anacardium occidentale	Anacardier, acajou à pommes	Venezuela, Brésil
Spondias mombin (*S. lutea*)	Grand mombin, mombin jaune, prune myrobalan	Mexique, Brésil, Antilles
S. purpurea (*S. mombin*)	Mombin bâtard, prunier d'Espagne, mombin rouge	Amérique centrale
S. tuberosa	Imbú, crosne du Japon	Brésil (partie nord-est)
Annonacées		
Annona cherimola	Cachiman de la Chine, chérimolier	Equateur, Pérou, Mexique (?)
A. diversifolia	Ilama, chérimole des terres basses	Mexique, El Salvador
A. muricata	Anone, corossolier, cachimantier	Panama, Brésil, Antilles
A. purpurea	Attier, corossol de bœuf	Mexique, Panama
A. reticulata	Cachimantier, cachiman cœur de bœuf	Amérique centrale, Antilles
A. scleroderma	Quave	Guatemala
A. squamosa	Attier, cachiman cannelle, pomme-cannelle, corossolier	Mexique, Antilles
Rollinia jimenezi	Anonillo	Mexique, Costa Rica
R. mucosa	Cachiman crème, cachiman morveux	Brésil
R. rensoniana	Churumuyo	El Salvador
Apocinacées		
Couma utilis	Sorva	Brésil, Amazonie
Macoubea witotorum		Colombie, Amazonie
Aracées		
Monstera deliciosa	Monstera	Mexique, Panama
Bignoniacées		
Parmentiera aculeata	Cuajilote	Amérique centrale
Bombacacées		
Patinoa almirajo	Almirajo	Colombie
Quararibea cordata	Sapote du Pérou	Colombie, Brésil, Pérou
Broméliacées		
Ananas comosus	Ananas	Mexique, Brésil

TABLEAU 1 **Plantes cultivées originaires du Nouveau Monde, avec leurs zones d'extension probables à l'époque de la découverte** *(suite)*

Familles et espèces	Noms communs	Zones d'extension
	Fruits et noix	
Cactées		
Acanthocereus pentagonus	Cactus à grandes fleurs	Mexique, Antilles
Hylocereus ocamponis		Mexique (?)
H. undatus	Cierge lézard, poire de chardon	Mexique
Opuntia amyclaea	Figuier d'Inde, figuier de Barbarie	Mexique
O. ficus-indica	Cactus raquette, figuier de Barbarie	Mexique (?)
O. megacantha	Opunce de Castille	Mexique
O. robusta	Opunce robuste	Mexique
O. streptocantha	Tuna cardona	Mexique
O. undulata		Mexique
Pereskia aculeata	Groseillier des Barbades	Amérique du Sud (partie septentrionale), Antilles
Caricacées		
Carica X heilborni (*C. pentagona*, *C. chrysopetala*)	Babaco, higacho	Equateur
C. papaya	Papayer, figuier des îles	Amérique centrale (partie méridionale) Amérique du Sud (partie septentrionale)
C. pubescens	Papayuela	Colombie, Venezuela, Equateur
Caryocaracées		
Caryocar villosum	Piquiá	Amazonie
Chrysobalanacées		
Chrysobalanus icaco	Chrysobalane icaquier	Amérique tropicale
Couepia bracteata	Pajora	Amazonie
C. longipendula	Castanha de gallina	Amazonie
C. polyandra	Olosapo	Amérique centrale
C. subcordata	Umarirana	Amazonie
Licania platypus	Licanie	Amérique centrale
Cucurbitacées		
Melothria dulcis	Mélothrie	Costa Rica, Panama
Esterculiacées		
Theobroma bicolor	Macambo, pataste	Amazonie
T. grandiflorum	Cupuassu	Brésil
Ebenacées		
Diospyros digyna (*D. ebenaster*)	Faux énébier, barbaquois, plaqueminier	Mexique
Gutifères		
Mammea americana	Abricotier d'Amérique, abricotier de St-Domingue	Antilles
Platonia insignis	Grande bacury	Brésil, Paraguay
Rheedia madruno	Arbousier	Colombie, Equateur
R. macrophylla	Contrevent	Amazonie
Icacinacées		
Poraqueiba paraensis	Umari	Amazonie

TABLEAU 1 **Plantes cultivées originaires du Nouveau Monde, avec leurs zones d'extension probables à l'époque de la découverte** *(suite)*

Familles et espèces	Noms communs	Zones d'extension
	Fruits et noix	
Lauracées		
Bielschmiedia anay	Anay	Mexique, Guatemala
Persea americana	Avocatier	Mexique, Pérou
P. schiedeana	Avocatier du Guatemala	Mexique, Costa Rica
Lécithidacées		
Bertholletia excelsa	Noyer du Brésil, châtaignier du Brésil	Amazonie
Gustavia superba	Cognassier	Panama, Colombie
Grias neuberthi	Sacchamango	Amazonie
Lecythis usitata	Lécythide, quatélé	Amazonie
Légumineuses, mimosoïdées		
Inga cinnamomea	Inga	Amazonie
I. densiflora	Guamo, guabo	Costa Rica, Venezuela
I. edulis	Pois doux, pois sucré	Amazonie
I. fagifolia	Ingá-chichi	Mexique, Brésil, Antilles
I. feuillei	Pacae	Pérou
I. jinicuil	Jinicuil	Mexique
I. macrophylla	Ingá-péua	Amazonie
I. paterno	Paterno	El Salvador
I. ruiziana	Gumo	Nicaragua, Pérou, Brésil
I. setifera	Ingá dos índios	Amazonie
Légumineuses, cisalpiniodées		
Cassia leiandra	Séré	Amazonie
Légumineuses, papilionoïdées		
Arachis hypogaea	Arachide, cacahuète	Mexique, Argentine, Antilles
Malpiglacées		
Bunchosia armeniaca	Bunchoise des Andes	Amazonie
Byrsonima crassifolia	Maurissi, moureiller des Caraïbes, quinquina des savanes	Mexique, Brésil
Malpighia glabra	Cerisier de la Barbade, cerisier de la Jamaïque, cerisier des Antilles, azerole	Antilles
Myrtacées		
Campomanesia guazumifolia (*Britoa sellowiana*)	Guabirola	Brésil
Eugenia brasiliensis	Eugénier du Brésil	Brésil
E. floribunda	Bois mulâtre	Antilles
E. cabelluda	Cabelluda	Brésil
E. klotz	Chianapera de campo	Brésil
E. lutschnathiana	Pitomba	Brésil
E. pyriformis	Uvalha	Brésil
E. stipitata	Arazá	Amazonie
E. uniflora	Cerisier de Cayenne; eugénier à fleurs solitaires	Brésil
Feijoa sellowiana	Feijoa	Brésil
Myrciaria cauliflora	Jaboticaba	Brésil
M. dubia	Camucamu	Amazonie
Myrtus ugni	Goyavier du Chili, myrte musquée	Chili
Paivaea lansdorfi	Cambuci	Brésil

TABLEAU 1 **Plantes cultivées originaires du Nouveau Monde, avec leurs zones d'extension probables à l'époque de la découverte** *(suite)*

Familles et espèces	Noms communs	Zones d'extension
	Fruits et noix	
Myrtacées *(suite)*		
Psidium acutangulum	Arazá, pera	Brésil
P. cattleyanum	Sabine, goyavier prune	Brésil
P. friedrichsthalianum	Goyavier à feuilles de laurier	Mexique, Panama
P. guajava	Goyavier	Mexique, Brésil
P. sartorianum	Arrayán	Mexique, El Salvador
Moracées		
Brosimum alicastrum	Noyer à pain	Mexique, Brésil
Pourouma cecropiifolia	Mapati, uvilla	Amazonie
Palmiers		
Bactris gasipaes	Palmier pêche, parépou, pejibaie	Honduras, Brésil
Passifloracées		
Passiflora edulis	Grenadille, gouzou	Brésil
P. ligularis	Grenadille douce	Mexique, Pérou
P. maliformis	Calabasique, liane à agoutis	Antilles, Amérique du Sud (partie septentrionale)
P. mollissima	Tacso	Colombie, Pérou
P. popenovii	Passiflore de Popenoe	Equateur
P. quadrangularis	Grenadille vineuse, barbadine, grenadille melon	Amérique du Sud (partie septentrionale)
P. tripartita	Passiflore à feuilles tripartites	Equateur
Ramnacées		
Ziziphus joazeiro	Jujubier du Brésil	Brésil
Rosacées		
Crataegus pubescens	Manzanita, tejocote	Mexique
Fragaria chiloensis	Fraisier du Chili, fraisier de la Caroline, fraisier ananas	Pérou, Chili
Prunus serotina subsp. *capuli*	Cerisier noir	Mexique, Guatemala
Rubus glaucus	Mûre des Andes	Guatemala, Equateur
Rubiacées		
Borojoa patinoi	Borojó	Colombie
B. sorbilis	Puruí grande	Brésil
Genipa americana	Génipa des Antilles, bois de fer	Mexique, Brésil, Antilles
Rutacées		
Casimiroa edulis	Sapote blanche	Mexique, Costa Rica
Sapindacées		
Melicoccus bijugatus	Quénepier, quénettier	Antilles, Colombie, Venezuela
Talisia esculenta	Pitoulier comestible	Brésil, Paraguay, Bolivie
T. floresii	Coloc	Mexique, Guatemala
T. olivaeformis	Pitoulier à fruits oliviformes	Mexique, Guatemala, Colombie, Venezuela
Sapotacées		
Chrysophyllum cainito	Caïnitier, camitier	Antilles, Amérique du Sud (partie septentrionale)
Manilkara zapota	Sapotier	Mexique, Costa Rica

TABLEAU 1 **Plantes cultivées originaires du Nouveau Monde, avec leurs zones d'extension probables à l'époque de la découverte** *(suite)*

Familles et espèces	Noms communs	Zones d'extension
	Fruits et noix	
Sapotacées *(suite)*		
Pouteria arguacoensium	Pommier	Colombie
P. caimito	Abiu	Amazonie
P. campechiana	Canistel, jaune d'œuf	Mexique, Panama
P. hypoglauca	Pan de vida	Mexique, El Salvador
P. macrocarpa	Cutiti grande	Amazonie
P. macrophylla	Cutité, riba	Amazonie
P. obovata	Lúcuma	Equateur, Chili
P. pairiry	Pariri	Amazonie
P. sapota	Grosse sapote	Mexique, Panama
P. ucuqui	Ucuqui	Amazonie
Solanacées		
Cyphomandra betacea	Tomate arbustive	Andes, Colombie, Bolivie
Physalis peruviana	Groseillier du Cap, coqueret du Pérou	Colombie, Bolivie
Solanum muricatum	Poire-melon	Colombie, Bolivie
S. quitoense	Morelle de Quito, orange de Quito, naranjille	Colombie, Equateur
S. sessiliflorum	Topiro, cocona	Amazonie
Juglandacées		
Juglans boliviana	Noyer	Pérou, Bolivie
J. honorei	Noyer	Equateur
J. neotropica	Noyer	Equateur, Pérou
	Légumes	
Agavacées		
Yucca elephantipes	Yucca pied d'éléphant	Mexique, Guatemala
Asclépiadacées		
Vincetoxycum salvini	Cuchamper	Guatemala, Costa Rica
Aracées		
Xanthosoma brasiliensis	Xanthosome du Brésil	Brésil
Cactacées		
Opuntia spp.	Figuiers d'Inde	Mexique
Caricacées		
Carica monoica	Col de montaña	Pérou
Cucurbitacées		
Cucurbita argyrosperma	Calabaza, sakil	Mexique, Guatemala
C. ficifolia	Courge de Siam	Mexique, Guatemala
C. maxima	Potiron, courge commune	Argentine
C. moschata	Courge musquée	Mexique, Guatemala
C. pepo	Giraumon	Mexique, Guatemala
Cyclanthera explodens	Cyclanthère	El Salvador, Pérou
C. pedata	Caïgua	Andes
Sechium edule	Chayotte, chouchoute, christophine	Mexique, Guatemala
S. tacaco	Tacaco	Costa Rica
Sicana odorifera	Casabanana	Amérique du Sud (partie septentrionale?)

TABLEAU 1 **Plantes cultivées originaires du Nouveau Monde, avec leurs zones d'extension probables à l'époque de la découverte** *(suite)*

Familles et espèces	Noms communs	Zones d'extension
	Légumes	
Euphorbiacées		
Cnidoscolus chayamansa	Chaya	Mexique, Guatemala
Manihot esculenta	Feuilles de manioc	Amazonie
Légumineuses, papilionoïdées		
Crotalaria longirostrata	Crotalaire	Mexique, El Salvador
Marantacées		
Calathea macrosepala	Calathéa	Guatemala, El Salvador
Palmiers		
Bactris gasipaes	Bactris, parépou	Honduras, Brésil
Chamaedorea tepejilote	Chamédorée	Mexique, Guatemala
Euterpe oleracea	Palmiste franc	Brésil
Portulacacées		
Talinum triangulare	Espinaca de Suriname	Amérique du Sud (partie septentrionale)
Chénopodiacées		
Chenopodium berlandieri spp. *nuttaliae*	Huauzontle	Mexique
Solanacées		
Lycopersicon esculentum	Tomate	Mexique
Physalis philadelphica	Coqueret officinal, coquerelle, physalis	Mexique, Guatemala
Solanum americanum	Hierba mora	Guatemala, El Salvador
Solanum sp.	Morelle?	Guatemala
Vitacées		
Cissus gongyloides	Liane aux voyageurs	Amazonie
	Légumineuses à grains	
Légumineuses, papilionoïdées		
Canavalia ensiformis	Haricot-sabre, pois-sabre	Pérou
Erythrina edulis	Erythrine	Colombie, Pérou
Lupinus mutabilis	Lupin changeant, lupin muant	Colombie, Pérou
Phaseolus acutifolius	Tépari	Etats-Unis, Costa Rica
P. coccineus	Haricot d'Espagne	Mexique, Guatemala
P. lunatus	Haricot de Lima	Etats-Unis, Chili
P. polyanthus	Botil	Mexique
P. vulgaris	Haricot	Etats-Unis, Argentine
	Oléagineux	
Composées		
Helianthus annuus	Tournesol	Etats-Unis, Mexique
Madia sativa [1]	Madia oléifère	Chili
Chrysobalanacées		
Licania sclerophylla	Oiticica	Brésil

[1] Espèces disparues de la culture.

TABLEAU 1 **Plantes cultivées originaires du Nouveau Monde, avec leurs zones d'extension probables à l'époque de la découverte** *(suite)*

Familles et espèces	Noms communs	Zones d'extension
	Oléagineux	
Labiées		
Salvia hispanica	Chia	Mexique, Guatemala
Légumineuses, papilionoïdées		
Dipterix odorata	Arbre à fève tonka, coumarou	Amérique du Sud (partie nord-est)
Myrtacées		
Pimenta racemosa	Bayrum	Antilles
	Racines et tubercules	
Aracées		
Xanthosoma sagittifolium	Chou caraïbe	Mexique, Brésil, Antilles
Basellacées		
Ullucus tuberosus	Ulluque, melloco	Venezuela (Andes), Argentine
Cannacées		
Canna edulis	Achira	Andes occidentales
Composées		
Helianthus tuberosus	Topinambour	Etats-Unis
Polymnia sonchifolia	Polymnie	Venezuela (Andes), Argentine
Convolvulacées		
Ipomoea batatas	Patate douce	Mexique, Brésil, Antilles
Crucifères		
Lepidium meyenii	Passerage?	Pérou (Andes)
Dioscoréacées		
Dioscorea trifida	Mapuey	Amérique du Sud (partie septentrionale)
Euphorbiacées		
Manihot esculenta	Manioc	Mexique, Brésil, Antilles
Iridacées		
Tigridia pavonia	Tigridie œil de paon	Mexique
Légumineuses, papilionoïdées		
Pachyrrhizus ahipa	Pachyrhize	Pérou, Argentine
P. erosus	Dolique tubéreux, pois patate	Amérique centrale
P. tuberosus	Pois patate	Colombie (Andes occidentales), Pérou
Marantacées		
Calathea allouia	Topinambour, topé	Amérique du Sud (partie septentrionale), Antilles
Nyctaginacées		
Mirabilis expansa	Merveille du Pérou	Equateur, Bolivie
Oxalidacées		
Oxalis tuberosa	Truffette acide, oxalide tubéreuse	Colombie (Andes), Chili

TABLEAU 1 **Plantes cultivées originaires du Nouveau Monde, avec leurs zones d'extension probables à l'époque de la découverte** *(fin)*

Familles et espèces	Noms communs	Zones d'extension
	Racines et tubercules	
Solanacées		
Solanum tuberosum	Pomme de terre	Venezuela, Chili
Tropéolacées		
Tropaeolum tuberosum	Capucine tubéreuse	Colombie (Andes), Bolivie
Ombellifères		
Arracacia xanthorrhiza	Arracacha, panème, pomme de terre-céleri	Colombie, Bolivie
	Divers	
Bambusa angustifolia	Bambou	Colombie
Stevia ribaudiana	Stévie	Paraguay
Nicotiana rustica	Tabac	Canada, Amérique du Sud
N. tabacum	Tabac	Mexique, Amérique du Sud
	Colorants	
Bixacées		
Bixa orellana	Rocouyer	Mexique, Brésil, Antilles
Cucurbitacées		
Lagenaria siceraria	Gourde bouteille, gourde calebasse	Etats-Unis, Argentine, Antilles

pour la vente dans les supermarchés. On a aussi vu des échecs considérables faute de planification et d'expérience. Mais, dans les cas de réussite, les optiques traditionnelles relatives aux collections vivantes et aux banques de semences ont été associées à la recherche sur le traitement agronomique et à la commercialisation.

Le tableau 1 énumère les plantes originaires du Nouveau Monde. Ce catalogue serait incomplet si l'on ne mentionnait pas les plantes ornementales et les plantes médicinales.

PLANTES ORNEMENTALES

Il existe des preuves historiques de la culture préhispanique d'espèces ornementales comme *Dahlia*, *Tagetes* et d'autres au Mexique, mais ce fut dans les deux derniers siècles qu'un grand nombre d'espèces américaines furent introduites pour la culture, d'abord en Europe puis aux Etats-Unis, et beaucoup d'entre elles ont été génétiquement altérées. Parmi les familles qui ont fourni le plus grand nombre d'espèces, on trouve les aracées, les broméliacées, les cactacées et les palmiers. Les autres familles d'importance commerciale sont les amaryllidacées (*Hymerocallis*, *Hippeastrum*, *Zephyranthes*), les composées (*Cosmos*, *Tagetes*, *Zinnia*) et les solanacées (*Browallia*, *Brugmansia*, *Nierembergia*, *Petunia*, *Salpiglossis*). De nombreux genres de familles très distinctes contiennent des espèces très cultivées,

par exemple *Canna*, *Cleome*, *Euphorbia*, *Fuchsia*, *Ipomoea*, *Salvia*, *Verbena*. Les plantes ornementales originaires d'Amérique du Nord, de genres tels que *Calochortus*, *Gaillardia*, *Lewisia* et d'autres, dont la culture a commencé à l'époque coloniale et s'est répandue rapidement à d'autres régions tempérées, revêtent une importance particulière.

PLANTES MÉDICINALES

Les plantes médicinales américaines ont immédiatement attiré l'attention dès la découverte, surtout celles du Mexique, et c'est par elles que commencèrent les études scientifiques du Nouveau Monde. Pour la médecine européenne, à une époque encore médiévale, la découverte des propriétés purgatives d'*Ipomoea jalapa*, la racine de Michoacán, était de l'avis du docteur Francisco Hernández (1517-1587) une raison suffisante pour justifier son expédition en Nouvelle Espagne. De nombreuses plantes ont été intégrées à la pharmacopée européenne, et certaines d'entre elles, malgré leurs substituts synthétiques, conservent une importance mondiale, par exemple les espèces *Cinchona*, *Dioscorea*, *Ipecacuanha* et *Smilax*. Les trois premières ont été soumises à la culture, mais une bonne partie de leur consommation provient de la cueillette. La majorité des substances médicinales est obtenue de plantes sauvages, mais on ne sait pas avec certitude si beaucoup d'entre elles ont les propriétés qu'on leur attribue. A la limite du domaine médicinal, on trouve les plantes hallucinogènes, réparties en nombreuses familles de plantes supérieures (cactacées: *Lophophora*, *Trichocerus*), légumineuses (*Adenanthera*, *Erythrina*), myristicacées (*Virola*) ou champignons (*Psylocibe*).

Bibliographie

Brücher, H. 1989. *Useful plants of neotropical origin and their wild relatives*. Berlin, Spring Verlag.

Graham, A., éd. 1973. *Vegetation and vegetation history of northern Latin America*. Amsterdam, Elsevier.

Harris, D.R. & William, G.C., éds. 1989. *Foraging and farming*. Londres, Unwin.

Hart, R.D. 1987. *Indian agriculture in America*. Lawrence, Kans., Etats-Unis, The University of Kansas Press.

Hueck, K. 1978. *Los bosques de Sudamérica*. Eschborn, Allemagne, GTZ.

León, J. 1987. *Botánica de los cultivos tropicales*. San José, Costa Rica, IICA.

Martínez, M.A. 1988. *Contribuciones iberoamericanas al mundo. Botánica, medicina, agricultura*. Madrid, Anaya.

Patiño, V.M. 1963-74. *Plantas cultivadas y animales domesticados en América equinoccial*, vol. 1-4. Cali, Colombie, Imprenta Departamental.

Reed, C.A., éd. 1977. *Origins of agriculture*. La Haye, Pays-Bas, Mouton.

Sapper, K. 1936. *Geographie und Geschichte der Indianischer Landwirtshaft*. Hamburg, Allemagne, Ibero-Amerikanisches Institut.

Sauer, C. 1950. Cultivated plants of South and Central America. *In* J.H. Steward éd. *Handbook of South American Indians*, 6: 487-543.

Smith, C.E. 1988. Evidencia arqueológica actual sobre los inicios de la agricultura en América. *In* G.C.L. Manzanilla, éd. *Coloquia V. Gordon Childe*, p. 91-112. Mexique, UNAM.

Stone, D., éd. 1984. *Pre-Columbian plant migration*. Peabody Mus. Arch. Ethnology. Document n° 76.

Vavilov, N.I. 1931. Mexico and Central America as the principal centre of origin of cultivated plants in the New World. *Bull. Appl. Bot. Genetic Plant Breed.*, 26: 135-199.

Vavilov, N.I. 1949-50. The origin, variation, immunity and breeding of cultivated plants. Waltham. *Chronica Botanica*, 131(16): 1366.

Introduction de la flore de l'Ancien Monde en Amérique et causes de la marginalisation des cultures

Les effets qu'ont eus en Europe la diffusion de cultures américaines comme la pomme de terre, le maïs, le tournesol et la tomate ainsi que l'utilisation extensive de produits agricoles dérivés d'autres plantes américaines comme le coton, le cacao et la cochenille ont été assez bien étudiés. En revanche, on connaît moins les effets qu'a entraînés en Amérique l'introduction de cultures et de produits d'autres parties du monde. Nous essaierons dans ce chapitre d'analyser la marginalisation de plantes autochtones d'Amérique latine, due surtout à l'introduction de cultures, de produits et techniques agricoles et d'idées provenant d'Europe, ainsi qu'à leur développement local ultérieur.

L'étude de la marginalisation des cultures autochtones à la suite de la conquête de la majeure partie de l'Amérique rencontre différents problèmes:

- difficultés de type conceptuel portant sur des termes tels que plante cultivée ou marginalisation;
- destruction des vestiges préhispaniques qui auraient pu montrer le stade atteint par l'agriculture au moment de l'arrivée des Européens sur le nouveau continent (les versions des vainqueurs – celles qui se sont surtout transmises à la postérité – manquent d'objectivité);
- diversité des événements et processus contradictoires qui ont eu lieu sur le sous-continent latino-américain au cours des 500 dernières années, et difficulté de mener à bien une analyse générale du phénomène;
- extension et diversité naturelle, culturelle et historique de l'Amérique latine, qui demandent une étude régionalisée du processus de marginalisation des végétaux.

Du point de vue économique, une exploitation plus intensive de diverses plantes marginalisées offre de grandes perspectives, puisque la société moderne tout comme les communautés traditionnelles ont besoin de produits végétaux supplémentaires pour satisfaire leurs nombreux besoins. L'étude de l'agriculture traditionnelle apporte des informations extrêmement précieuses qui renforcent les tendances modernes à rechercher un développement agricole durable. Cette étude profite aussi à la biologie et à l'agronomie en apportant des connaissances sur l'évolution des plantes domestiquées, l'adaptation des cultures, les techniques de production et le développement agricole.

Il existe des données très illustratives sur le grand nombre de plantes utilisées dans certaines zones d'Amérique à l'arrivée des Européens et sur celles qu'utilisent encore aujourd'hui les communautés paysannes traditionnelles. Le *Códice florentino* cite 724 plantes, mais seules 382 ont pu

---

Les auteurs de ce chapitre sont M.A. Martínez Alfaro (Jardin botanique de l'Institut de biologie, UNAM, Mexico, Mexique), R. Ortega Paczka et A. Cruz León (Sous-Direction des centres régionaux, UAC, Chapingo, Mexique).

être identifiées botaniquement. Actuellement, une communauté totonaque utilise 325 espèces sur un total de 482.

Les Seris, les Tarahumaras et les Huastèques emploient respectivement dans leur alimentation 75, 137 et 201 espèces natives. Cela indique que les communautés traditionnelles, notamment les communautés autochtones américaines à l'arrivée des Européens, utilisaient plusieurs centaines de plantes de leur environnement, tandis que les populations qui ont subi une forte influence occidentale n'en utilisaient qu'un nombre nettement inférieur.

Il convient de distinguer entre les plantes sauvages, qui apparaissent sous forme spontanée dans les écosystèmes naturels; les champêtres, qui apparaissent de façon spontanée sur les terrains cultivés et en général sur les zones perturbées par l'homme; les cultivées, qui font l'objet d'un travail humain; et les domestiquées, qui ont subi des transformations génétiques profondes du fait de leur domestication, et qui en général ne sont pas capables de subsister sans les soins de l'homme.

Les plantes utilisées par l'homme américain appartiennent à toutes ces catégories. Si l'on admet cette classification, il faudrait inclure parmi les plantes sauvages presque toute la diversité végétale existant à l'arrivée des Européens; les plantes cultivées seraient en tout cas la majorité de celles qui ont été indiquées par Vavilov (1931) et d'autres auteurs comme cultures originaires d'Amérique, soit pour l'Amérique centrale entre 49 et 104 espèces et pour la région andine 45. Le nombre d'espèces réellement domestiquées par les autochtones avant l'arrivée de Christophe Colomb était inférieur, puisque beaucoup d'espèces indiquées plus haut n'étaient qu'en voie de domestication, certaines devant être considérées comme sauvages et un grand nombre comme champêtres.

Il est bien connu que les sociétés traditionnelles utilisent et conservent souvent plusieurs cultivars de la même espèce. Ainsi, le phénomène de marginalisation ne doit pas être réduit à l'élimination d'espèces botaniques, mais doit aussi comprendre la marginalisation des cultivars et variétés traditionnelles au sein d'une même espèce, du fait de leur remplacement par d'autres ou par une petite quantité de variantes ou de formes de la même espèce. C'est ce qu'on appelle généralement l'érosion génétique. Si l'on accepte ce point de vue, il s'ensuit que, du fait de la conquête européenne, l'ampleur de la marginalisation des plantes américaines a peut-être été passablement plus importante que ce que l'on pourrait penser en s'en tenant au niveau de l'espèce.

Pour évaluer la marginalisation des plantes utiles, il faut considérer comme listes de base les inventaires floraux de la région et les plantes utiles indiquées dans les codes et les premiers travaux des Européens en Amérique, et les comparer aux plantes que l'on utilise actuellement dans les communautés traditionnelles et dans la production agricole commerciale. Les relations étroites qui existent entre la diversité florale, les plantes utiles et les cultures autochtones doivent toujours être prises en compte.

Dans les sociétés traditionnelles notamment, les plantes ne se cultivent pas individuellement mais en écosystèmes agronomiques complexes. Même si une plante ou plusieurs sont l'objet central de l'agriculture (maïs, haricot, courge, pomme de terre, pejibaie), on en exploite aussi beaucoup d'autres.

Par conséquent, pour évaluer l'élimination des plantes utiles que la conquête a entraînée, il faudrait également considérer les dommages subis par les systèmes agricoles préhispaniques et la marginalisation de beaucoup de plantes que l'on utilisait aux époques antérieures, dommages causés par la destruction de l'infrastructure hydraulique, l'élimination de la population, le développement de l'élevage, etc.

DEGRÉ DE MARGINALISATION DES PLANTES AMÉRICAINES

Il n'apparaît pas clairement dans la littérature sur l'exploration, la conquête et la colonisation de l'Amérique par les pays ibériques que l'on ait imposé immédiatement et sous forme extensive les cultures introduites en éliminant celles qui existaient. En fait, aux 16ᵉ et 17ᵉ siècles, il ne paraît pas y avoir eu de transformation profonde de l'agriculture américaine. Qui plus est, selon des études récentes, on n'a pas trouvé de preuves que la culture de plantes comme l'amarante, destinées à des usages de toute évidence religieux et idolâtriques, et par conséquent contraires aux idées que l'on imposait, ait été abandonnée suite à des interdictions spécifiques.

L'introduction de plantes de l'Ancien Continent a commencé en 1493 à partir du second voyage de Christophe Colomb. Les Antilles ont servi pour beaucoup d'entre elles de centre d'adaptation et de dispersion. Hernán Cortés, dans la *Cuarta carta de relación a Carlos V*, demandait que tout navire «emporte une certaine quantité de plantes et ne puisse partir sans elles parce que cela sera très utile à la population et à sa perpétuation». L'introduction de plantes et d'animaux a établi les bases de la colonisation.

A quelques exceptions près (banane, canne à sucre, mangue, etc.), les Espagnols ont apporté des cultures de type méditerranéen, qui n'ont pu s'adapter en Amérique que dans les zones tempérées d'altitude, où les lieux fortement peuplés se fournissaient en produits espagnols cultivés dans les alentours.

Les couvents ont servi de centres d'acclimatation des plantes européennes, qui ont parfois connu une extension ultérieure et ont été cultivées dans de nouvelles zones productrices. L'un des avantages des cultures introduites a été qu'on a pu exploiter les zones froides où l'on enregistre de légères gelées en hiver.

De nombreuses cultures de l'Ancien Monde ont été maintenues sur de petites parcelles, comme le faisaient les ordres religieux, les premiers à introduire dans leurs couvents une agriculture fondée sur des espèces non américaines. Les communautés indigènes conservèrent ces traditions dans leurs jardins familiaux et leurs terrains cultivés. Diverses sources historiques coloniales montrent les mutations économiques et sociales qu'a suscitées l'introduction de nouvelles cultures et de l'élevage dans l'agriculture et l'économie indigènes. On avait l'habitude de mélanger les cultures introduites aux cultures indigènes, pratique très commune parmi les populations autochtones. Dans les deux cas, on protégeait la biodiversité et les éléments abiotiques de l'écosystème.

Les documents qui traitent des tributs et des impôts ne mentionnent que des cas isolés de remise de semences de cultures provenant de l'Ancien Monde. Dans les colonies dirigées depuis la péninsule ibérique, on sait que la Couronne espagnole avait l'intention d'introduire le blé, l'orge, le seigle, l'olivier et la canne à sucre. A part cette dernière culture, qui a constitué un stimulant économique important, les autres n'allaient pas mieux que les cultures américaines. Il était même plus efficace et plus commode de fournir en tribut des produits autochtones plutôt que des produits exotiques.

Le blé, par exemple, se semait dans les terres à maïs ou à côté de terrains consacrés à l'élevage. Dans les Caraïbes ou dans les basses terres tropicales, il n'a prospéré qu'occasionnellement et, dans des zones ayant une grande tradition agricole comme l'altiplano andin ou l'Amérique centrale, il n'a pas réussi à éliminer le maïs, contrairement à ce qui s'est passé sur des terres-frontières habitées par des populations de chasseurs-cueilleurs, que l'on trouvait dans des zones semi-arides ou arides où le climat était propice mais la main-d'œuvre rare. Ces zones étaient en effet peu peuplées et manquaient de tradition agricole car

leurs habitants étaient nomades, et c'est pourquoi elles ont été en grande partie peuplées par des indigènes provenant d'autres régions et par des Européens. Ces régions ont été aussi des zones de culture de l'olivier et de la vigne. Ces cultures, comme beaucoup d'autres de l'Ancien Monde, ont été introduites par les ordres religieux au milieu du 16ᵉ siècle. Quelques cultures importantes pour l'économie péninsulaire ont été importées en Amérique à des époques tardives, avec des résultats négatifs pour la métropole, comme cela a été le cas pour l'indigotier, le lin et le chanvre, qui ne sont pas arrivés à prendre racine en Nouvelle Espagne.

La principale élimination de cultures semble avoir eu lieu à l'époque moderne, surtout à partir de la seconde moitié du 19ᵉ siècle, quand le capitalisme et l'agriculture commerciale ont commencé à progresser dans les ex-colonies espagnoles et portugaises devenues des pays indépendants.

Il est intéressant d'observer que 500 ans après la découverte de l'Amérique, dans les régions agricoles traditionnelles précolombiennes d'altitude (Amérique centrale et région andine), les cultures européennes ne présentent pas les avantages qu'on leur attribue et en vertu desquels on a préconisé pendant des siècles leur utilisation. Au contraire, leur inadaptation climatique, leur sensibilité aux parasites et aux maladies, leur concurrence avec les produits autochtones, leur qualité insuffisante, le manque d'acceptation par les populations aborigènes et, plus récemment, leur peu de compatibilité avec les produits industriels ont été des facteurs défavorables à l'exploitation, qui mettent en relief le rôle marginal ou nul que les plantes introduites jouent souvent dans la production locale.

Toute différente est la situation dans les zones arides et semi-arides peu peuplées que l'on a commencé à coloniser principalement à partir du 17ᵉ siècle. Là, l'élevage et, dans une moindre mesure, la culture de céréales européennes et, exceptionnellement seulement, les plantations de vignes et d'autres cultures introduites se sont transformés en activités essentielles, constituant un paysage assez semblable à celui de la péninsule ibérique.

L'histoire de l'agriculture dans les zones tropicales à partir de la Conquête est celle de la lutte entre les cultures préhispaniques avec leurs systèmes agricoles traditionnels – surtout le système d'essartage-abattage-brûlis – et l'élevage et les plantations, indépendamment du fait de savoir si les cultures commerciales étaient indigènes ou exotiques (canne à sucre, cotonnier, figuier de Barbarie pour la cochenille et, plus récemment, caféier, bananier, henequen, arbres fruitiers tropicaux, épices stimulantes, etc.).

Si l'on observe le développement technologique en matière agricole, on constate qu'il n'y a pas eu d'avancée importante par rapport aux techniques et aux instruments arrivés en Amérique à la fin du 15ᵉ siècle et jusqu'au milieu du 16ᵉ siècle. Depuis la colonisation jusqu'à l'époque actuelle, aussi bien les centres miniers que les centres urbains ont surtout exigé des produits américains. Il peut exister dans les pays américains où l'influence indigène est forte d'énormes superficies consacrées aux cultures introduites, mais la flore et les cultures autochtones jouent un rôle non négligeable.

Dans les régions autrefois fortement peuplées par les indigènes, on trouve dans le meilleur des cas un syncrétisme entre les traditions agricoles préhispaniques et les traditions ibériques. On y utilise un mélange de produits d'origine locale et d'origine européenne pour l'alimentation, l'habillement, les soins de santé et les rites.

CAUSES DE LA MARGINALISATION DES PLANTES UTILES

La marginalisation est un phénomène complexe qui exige une analyse pluridisciplinaire. Cepen-

dant, ses causes générales sont de type biologique, agricole, culturel et économique.

Causes biologiques et agricoles

Techniques agricoles. La charrue et les animaux de trait ont été les introductions les plus révolutionnaires dans l'agriculture, puisqu'elles en ont permis l'expansion sur de larges superficies fertiles de sols lourds, comme El Bajío et beaucoup de vallées du nord du Mexique. Sont aussi apparues de nouvelles possibilités d'irrigation. Une autre innovation fondamentale a été l'introduction du bétail avec une colonisation européenne et métisse massive, d'énormes superficies fondamentalement consacrées à la chasse et à la cueillette se sont transformées en terres d'agriculture et d'élevage, ce qui a sûrement entraîné la marginalisation de plantes cueillies à des époques antérieures par les chasseurs, qui furent en grande partie exterminés.

L'introduction de nombreuses plantes s'est accompagnée d'une technologie qui en a facilité la culture, soit en raison du type de façons culturales qu'elles demandaient, soit parce que leur soin demandait moins de temps. Ces qualités ne se trouvaient généralement pas dans les cultures autochtones, qui demandaient une attention extrême et beaucoup de main-d'œuvre.

Les indigènes américains aimaient expérimenter et utiliser de nombreuses plantes; ils tendaient donc à faire de la polyculture. C'est ainsi que diverses cultures introduites se sont combinées avec les cultures autochtones, surtout dans les jardins familiaux. De plus, les indigènes tendaient à une complémentarité écologique, c'est-à-dire à cultiver dans différents environnements.

Durée du cycle de vie. En raison des différences climatiques par rapport à la péninsule ibérique, dans la majorité des différentes régions d'Amérique il n'a pas été possible d'adapter les espèces pérennes, malgré des efforts répétés pour introduire la vigne, l'olivier, les arbres fruitiers et autres essences d'arbres. En revanche, dans diverses régions et déjà très tôt, les légumes et autres plantes herbacées à cycle court introduits par les Européens ont prospéré, ce qui permettait de compter sur des cultures adéquates, surtout pendant la saison froide pour laquelle on ne disposait en Amérique que d'un nombre réduit de cultures. Il a été possible d'introduire sans difficulté excessive les céréales à petits grains, le riz et d'autres cultures annuelles à cycle moyen.

Adaptation des cultures introduites. La répartition et le rendement unitaire des grandes cultures mondiales actuelles indiquent que, souvent, une plante domestique atteint son rendement optimal dans un lieu très différent de celui de son origine. Il suffit de considérer le développement qu'ont eu en Amérique latine des cultures comme le café, la banane, les agrumes, la canne à sucre, la mangue, le sorgho, le blé, le soja et divers fourrages. Ce phénomène peut s'expliquer par l'absence initiale de parasites et de maladies là où ils ont été introduits. La marginalisation des plantes autochtones américaines s'est accentuée au 19[e] siècle en raison essentiellement de causes socio-économiques et, dans une moindre mesure, de l'inadaptation des variétés introduites à l'origine. Ce n'est que lorsque ces dernières ont évolué dans le cadre de la domestication qu'elles ont pu se répandre largement. La preuve en est l'existence d'écotypes américains particuliers de beaucoup des plantes introduites, qui ont joué un rôle fondamental dans la production et dans les programmes locaux d'amélioration végétale.

Il a fallu vaincre de grands obstacles pour introduire des cultures même dans des zones très analogues à celles du sud de l'Espagne, région qui a eu une importance fondamentale pour le transfert d'une agriculture méditerranéenne en Amérique. Les difficultés rencontrées pour acclimater l'orge, le blé, la vigne, l'olivier et les arbres

fruitiers dans des sites dont le climat était très semblable à celui de l'Andalousie et de l'Estrémadure ou du sud du Portugal, dont les conditions biologiques et sociales étaient très propices, ont été énormes. Lorsque la Nouvelle Espagne est devenue indépendante, les cultures européennes étaient déjà enracinées dans cette partie de l'Amérique.

Actuellement, la synthèse chimique a éliminé quelques produits naturels. Ainsi, la vanille synthétique a porté atteinte à la culture de la vanille, et les anilines synthétiques ont remplacé l'érythroxyline dérivée du bois de campêche.

Causes culturelles

Les sociétés indigènes précolombiennes avaient réussi à résoudre, au moins en partie, leurs besoins d'alimentation, d'habillement, de santé, d'instruments, d'outils, etc., de sorte que l'adoption de quelques produits européens et l'abandon qui s'en est suivi des produits autochtones ont pris beaucoup de temps. Aujourd'hui encore, il est fréquent que les communautés indigènes et même métisses recourent principalement aux plantes autochtones, tandis qu'elles cultivent les plantes introduites ou élèvent le bétail pour le marché ou la consommation dans des occasions particulières. L'adoption de produits européens a complété l'utilisation des produits américains, par exemple dans la gastronomie, la médecine et les rites régionaux, qui sont généralement le résultat d'un syncrétisme culturel.

Les couleurs et les saveurs ou les textures des plantes de l'Ancien Monde ont satisfait les attentes des communautés indigènes. Dans diverses parties de l'Amérique, on a très facilement adopté les légumes et les produits maraîchers introduits par les Européens. Certaines plantes non américaines avaient des couleurs ayant une importance symbolique et, de plus, coïncidaient avec les habitudes alimentaires des indigènes.

Un facteur culturel important a été le rôle des cultures africaines et leur impact agricole. Les esclaves ont apporté des cultures d'origine africaine et asiatique.

Le catholicisme s'est intégré dans divers courants religieux amérindiens, ce qui explique qu'on ait cultivé des plantes exotiques et autochtones pour répondre aux besoins du rituel catholique indigène. Les ordres religieux ont favorisé l'introduction des cultures; les plantes magiques ou les amulettes américaines ont été interdites, et on les a remplacées par des européennes. Employer des plantes de l'Ancien Monde, utiliser des chevaux, porter l'épée ou s'habiller comme un Européen étaient des signes culturels qui conféraient du prestige. Ces usages et ces attitudes influèrent surtout sur la noblesse indigène, par exemple les caciques ou les commerçants.

Causes économiques

Les causes les plus fréquentes de la marginalisation d'une espèce native ou introduite, suffisamment adaptée à une région des points de vue écologique et agricole, ont été de caractère socio-économique. Le sous-développement a été l'une des principales raisons de l'existence de nombreuses espèces marginalisées sur le sous-continent. Le faible pouvoir d'achat de l'énorme majorité de la population a réduit le marché de beaucoup de produits, qui ont donc disparu ou sont restés marginalisés. Cela ne veut pas dire que le développement économique conduise nécessairement à une agriculture plus diversifiée, mais plutôt que, face à l'amélioration de l'économie d'une région ou d'un pays, ou avec son entrée sur le marché international, certaines plantes marginalisées, natives ou introduites, ont pu se convertir en grandes cultures (figuier de Barbarie pour la cochenille, indigotier, céréales, arbres fruitiers, henequen, etc.). La transformation de l'agriculture traditionnelle en agriculture commerciale provoque généralement la spécialisation de la production, ce qui fait disparaître la culture ou l'uti-

lisation de nombreuses espèces. Le paradoxe du sous-développement est qu'il ne permet pas que certains produits agricoles trouvent des débouchés suffisants, ce qui fait qu'ils sont conservés par les paysans pour satisfaire d'éventuels besoins personnels ou collectifs. Cependant, avec le développement économique, certaines de ces plantes marginalisées trouvent ou élargissent leurs débouchés, pendant que beaucoup d'autres disparaissent et que diverses cultures auparavant importantes peuvent même se marginaliser en raison de la monétarisation et de la prolétarisation paysannes.

Les transformations économiques et agricoles sont associées à des changements considérables du nombre et de la répartition de la population, au développement de l'infrastructure (en particulier les voies de communication, les systèmes d'irrigation et de stockage de la production), au régime foncier, à la commercialisation des produits et des intrants agricoles, à l'industrialisation, au financement de la production, et aux modes de consommation.

On sait que peu après la conquête il s'est produit un effondrement et un déplacement partiel de la population en Amérique latine, phénomènes qui ont certainement déterminé des changements dans les plantes employées. Le bouleversement démographique n'a pas seulement été quantitatif, puisqu'il a touché surtout l'aristocratie indigène, dépositaire de la culture et, par conséquent, de l'utilisation de nombreuses plantes à des fins spécifiques, comme la médecine, les rituels et l'ornement. Jusqu'au 17e siècle, la population ne s'est pas sensiblement relevée; les villes coloniales se développaient dans de vieilles régions indigènes et autour des congrégations, missions et centres miniers. Jusqu'alors, il y a eu un développement accéléré des cultures introduites, surtout pour satisfaire les demandes de la population d'origine européenne et des Métis européanisés.

Une clé pour comprendre la lenteur de l'adoption de la vie européenne en Amérique est donnée par le faible nombre de la population blanche, comparé aux millions de la population autochtone. On a estimé la première, vers 1650, à 849 000 personnes, tandis que la population indigène était de 10,035 millions de personnes et celle des Noirs, des Métis et des Mulâtres de 1,527 million.

On sait que la conquête et la colonisation ont occasionné la destruction partielle de nombreux ouvrages hydrauliques, jardins de plantes médicinales, écoles, etc., ce qui a bien pu causer la marginalisation de diverses plantes, sans que cela signifie qu'elles aient été remplacées immédiatement par d'autres d'origine européenne. La construction d'infrastructures n'a pris de l'importance qu'à la fin du 16e siècle. En matière de botanique, Francisco Hernández a recueilli et étudié les plantes mexicaines entre 1570 et 1577. Les Bourbons ont donné une grande impulsion à la science et à la technologie et organisé des expéditions botaniques en Amérique, qui semblent cependant avoir eu peu de répercussions sur l'agriculture et les plantes utilisées.

Les changements du régime foncier sont fondamentaux pour comprendre la marginalisation ou l'extension de l'utilisation de certaines plantes. Cependant, on sait que l'expropriation des terres indigènes n'avait généralement pas comme motif de les consacrer à des cultures exotiques, mais plutôt d'obliger au paiement du fermage par des produits autochtones ou des services, et de diriger de force la main-d'œuvre vers les mines, l'élevage, la construction, etc. Les Couronnes espagnole et portugaise se sont néanmoins vues obligées, dans leur propre intérêt, de limiter l'expropriation des terres des communautés indigènes, ce qui fait qu'elles protégèrent les traditions agricoles et stoppèrent la marginalisation des plantes autochtones.

L'expansion de l'élevage entraîna des changements très profonds dans l'utilisation des sols.

TABLEAU 2 **Plantes marginalisées du fait des cultures de l'Ancien Monde**

Espèces	Noms communs
Zones arides et tempérées de l'Amérique du Nord	
Asimina triloba	Asiminier
Cyrtocarpa procera	Jocote ou chupandilla
Diospyros virginiana	Plaqueminier de Virginie
Gossypium hopei	Coton d'Arizona
Helianthus tuberosus	Artichaut de Jérusalem
	Soleil tubéreux
Myrtillocactus geometrizans	Organ cactus
Opuntia spp	Figuiers d'Inde
Panicum sonorum	Arrocillo
Phellopterus montanus	Gamote ou pastinaca de monte
Photinia arbutifolia	Photinie
Ribes grossularia	Groseillier à maquereau
Terres subtropicales et région des Caraïbes	
Aniba roseodora	Bois Marie
Annona cherimola	Chérimolier
Annona muricata	Cachimantier, corossolier
Annona reticulata	Cœur de bœuf
Calathea allouia	Topinambour, topé
Dioscorea trifida	Couche-couche; igname du Brésil
Helicornia bihai	Helicornia
Malpighia glabra	Cerisier de la Barbade, cerisier des Antilles
Maranta arundinacea	Arrow-root de la Jamaïque; marante
Monstera deliciosa	Monstera
Pachyrrhizus erosus	Dolique tubéreux, pois patate
Platonia insignis	Grande bacury
Poutena campechiana	Canistel, jaune d'œuf
Xanthosoma sagittifolium	Chou caraïbe
Amérique centrale	
Amaranthus hypochondriacus	Amarante, épinard du Soudan
Bixa orellana	Rocouyer
Byrsomina crassifolia	Maurissi, moureiller des Caraïbes, quinquina des savanes
Casimiroa edulis	Sapote blanche, pomme mexicaine
Crescentia alata	Calebassier
Cucurbita ficifolia	Courge de Siam

TABLEAU 2 **Plantes marginalisées du fait des cultures de l'Ancien Monde** *(fin)*

Espèces	Noms communs
Amérique centrale	
Dahlia excelsa	Dahlia
Diospyros digyna	Sapote noire, faux ébénier
Indigofera suffruticosa	Indigotier anil
Manilkara zapota	Néflier d'Amérique; sapotille
Phaseolus acutifolius	Haricot du Texas
Pouteria sapota	Grosse sapote
Spondias mombin	Mombin, prune myrobalan
Région andine	
Arracacia xanthorrhiza	Arracacha, pomme de terre céleri, panème
Bertholletia excelsa	Châtaignier du Brésil, bertholletie
Canna edulis	Balisier comestible, sagou, toloumane
Fragaria chiloensis	Fraisier ananas, fraisier de la Caroline
Lepidium meyenii	Maca
Oxalis tuberosa	Truffette acide
Passiflora ligularis	Granadilla douce
Solanum phureja	Papa andina
Tropaeolum tuberosum	Capucine tubéreuse
Ullucus tuberosus	Ulluque, melloco

Avec lui arrivèrent les fourrages et des cultures comme le blé, l'orge et le riz. Beaucoup de terres furent consacrées initialement à l'élevage, puis plus tard à l'agriculture de plantes introduites. Ces changements sont bien étudiés pour l'Amérique du Sud et l'Amérique du Nord, et dans une moindre mesure pour les Caraïbes.

La commercialisation, l'industrialisation et le financement de l'agriculture ont été limités pendant la colonie, ce qui fait qu'elles n'ont pas trop influé sur le choix des plantes que l'on cultivait. Les tributs, impôts et contributions religieuses ont certainement entraîné des changements de modes de culture, surtout lorsqu'on les exigeait en monnaie, mais on permettait généralement qu'ils soient payés en produits autochtones.

La politique des Couronnes espagnole et portugaise en matière de colonisation imposait, par décret royal, que les colons apportent au Nouveau Monde les plantes de leur région (Santa Fe de Bogotá, Puebla de Los Angeles, Huancayo, etc. ont été des lieux en Amérique où s'est pratiqué ce type d'introduction obligatoire). C'est ainsi qu'on a créé des villes qui imitaient dans toute la mesure possible celles de la péninsule ibérique.

CONCLUSION

Les situations présentées ici sont les plus apparentes; au travers de la découverte, de la conquête et de la colonisation, l'Amérique latine a fait l'expérience d'un métissage agricole évident, encore que chaque région ait répondu de manière

différente à l'arrivée des plantes de l'Ancien Monde. Il suffit de réfléchir sur l'élimination des populations indigènes; les épidémies et les famines sont bien étudiées pour les trois principaux vice-royaumes: la Nouvelle Grenade, le Pérou et la Nouvelle Espagne. La culture agronomique européenne ne s'est pas développée dans de grands secteurs de la population indigène, mais dans de petites zones où il n'y avait pas de civilisation à tradition agricole et dans celles où cette tradition a accepté les changements avec facilité.

Le processus de marginalisation n'a pas été moins clair au 19e siècle; le modèle agricole est resté invariable, malgré l'effondrement du secteur dominant de la population. Les pays latino-américains indépendants dépendaient d'autres nations qui recherchaient des produits commerciaux; le Royaume-Uni, la France, l'Allemagne et les Etats-Unis dominaient le secteur agricole. On a cultivé les plantes que demandait la modernisation naissante, ce qui a provoqué une spécialisation marquée mais a laissé de la place pour les cultures américaines ou introduites qui formaient auparavant le paysage agricole.

Devant la crise écologique actuelle, il ne faut pas s'étonner que les pays dont les politiques étaient réductionnistes quant à la gestion du matériel génétique, qui sont ceux qui ont conduit les cultures à la marginalisation, soient les premiers à vouloir restaurer la biodiversité. Aujourd'hui, on étudie comment s'éteignent diverses cultures, surtout dans des zones où ont disparu les populations et les cultures autochtones; il est inquiétant que dans les tropiques, les déserts ou les zones tempérées, le souvenir de nombreuses plantes, qui un jour se cultivèrent, ne persiste même pas dans la mémoire des paysans.

Bibliographie

Anderson, E. 1952. *Plants, man and life*. Boston, Etats-Unis, Litte, Brown.

Archibald, R. 1978. *The economic aspects of the California missions*. Washington, DC, Academy of American Franciscan History.

CATIE-GTZ. 1979. *Los recursos genéticos de las plantas cultivadas de América Central*. Turrialba, Costa Rica, CATIE-GTZ.

Crosby, A.W. 1972. *The Columbian exchange, biological and cultural consequences of 1492*. Westport, Etats-Unis, Greenwood.

Cuevas, S.J.A. 1991. Definición, aprovechamiento y conservación de los recursos fitogenéticos en una comunidad indígena totonaca. Centro de Botánica, Colegio de Postgraduados, Chapingo, Mexique. (Thèse)

Chevalier, C. 1985. *La formación de los latifundios en México*. Mexico, Fondo de Cultura Económica.

Delgado Salinas, A. 1988. Variation, taxonomy, domestication and germoplasm potentialities in *Phaseolus coccineus*. *In* P. Gepts, éd. *Genetic resources of Phaseolus beans*, Dordrecht, Pays-Bas, Kluwer academic Pub.

de Solano, F. 1977. *Tierra y sociedad en el reino de Guatemala*. Guatemala, Editorial Universitaria.

Dressler, R. 1953. The pre-Columbian cultivated plants of Mexico. Harvard University, *Botanical Museum Leaflets*, 16(6): 116-172.

Estrella, E. 1988. *El pan de América, etnohistoria de los alimentos aborígenes en el Ecuador. Quito*, Ediciones Abya-Yala.

García, M.J. 1959. *Lo que España llevó a América*. Madrid, Taurus.

Gibson, C. 1967. *Tlaxcala in the sixteenth century*. Standford, Etats-Unis; University of California.

Gibson, C. 1977. *España en América*. Barcelone, Espagne, Grijalvo.

Gibson, C. 1987. *Los ztecas bajo el dominio español* (1519-1810). Mexico, Siglo XXI.

Gómez Pompa, A. 1985. *Los recursos bióticos de México (Reflexiones). Xalapa*, Guatemala, INIREB.

Hernández, X.E. 1985. *Biología agrícola.* Mexico, CECSA.

Hernández, X.E. & Zárate, M.A. 1991. Agricultura tradicional y conservación de recursos genéticos *in situ*. *In* R. Ortega, G. Palomino, G. Castillo, V. Gonzalez, et M. Livera, éds. *Avances en el estudio de recursos fitogenéticos de México,* p. 7-28. Chapingo, Mexique SOMBFI.

Hirshberg, J. 1978. La fundación de Puebla de los Angeles – mito y realidad. *Historia mexicana,* 28(2): 85-223.

León, J. 1987. *Botánica de los cultivos tropicales.* San José, Costa Rica, IICA.

Martínez, J.L. 1984. *Pasajeros de Indias.* Madrid, Alianza Universidad.

Miranda, J. 1980. *El tributo indígena en la Nueva España durante el siglo XVI.* 2e éd. Mexico. El Colegio de México.

Moreno, T.A. 1968. *Geografía económica de México. (Siglo XVI).* Mexico. El Colegio de México.

Patiño, V.M. 1969. *Plantas cultivadas y animales domésticos en América Equinoccial.* Tomo IV: *Plantas introducidas.* Cali, Colombie, Imprenta Departamental.

Patiño, V.M. 1980. *Los recursos naturales de Colombia, aproximación y retrospectivas.* Santa Fe de Bogotá, Colombie, Carlos Valencia Editores.

Rindos, D. 1984. *The origins of agriculture. An evolutionary perspective.* Orlando, Fla., Etats-Unis, Academic Press.

Rojas, T. 1983. Evolución histórica de las plantas cultivadas en las chinampas de la cuenca de México. *In* T. Rojas, éd. *La agricultura chinampera. Compilación histórica,* p. 181-213. Chapingo, Mexique, UACH.

Schmit, V. & Debouck, D.G. 1991. Observations on the origin of *Phaseolus polyanthus Greeman. Econ. Bot.,* 45(3): 345-364.

Serrera, R.M. 1974. *Cultivo y manufactura de lino y cáñamo en Nueva España (1777-1800).* Séville, Espagne. Publicaciones de la Escuela de Estudios Hispano-Americanos de Sevilla, n° 120.

Toscano, S. 1946. Una empresa renacentista de España: La introducción de cultivos y animales domésticos euroasiáticos en México. *Cuadernos americanos,* 25: 143-158.

Vavilov, N.I. 1931. Mexico and Central America as the principal centre of origin of cultivated plants in the New World. *Bull. Appl. Bot. Genet. Plant Breed.,* 26: 135-199.

Vavilov, N.I. 1949-1950. The origin, variation, immunity and the breeding of cultivated plants. Waltham, *Chronica Botanica,* 13(16): 1366.

L'agriculture en Amérique centrale

Plantes domestiquées et cultures marginalisées en Amérique centrale

> «Dans le sud du Mexique et en Amérique centrale, le chercheur de plantes se trouve, dans toute l'acception du terme, dans un véritable foyer de création.» (Vavilov, 1931)

L'Amérique centrale a été définie par Paul Kirchoff, en 1943, comme la zone d'influence des cultures mexicaines à l'époque précolombienne. Ses limites sont évidemment très floues: au nord, les bassins des fleuves Pánuco et Santiago; au sud, une ligne qui, partant de la côte atlantique du Honduras, longe le versant pacifique du Nicaragua et la péninsule de Nicoya au Costa Rica. L'Amérique centrale est non seulement une région culturelle, mais aussi l'une des zones d'origine de l'agriculture, comparable au Proche-Orient, à la Chine et à la région andine. Vavilov la considère comme le «centre d'origine» – aujourd'hui on dirait le centre de diversité génétique – le plus important du continent.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE ET OCCUPATION HUMAINE

L'Amérique centrale est une région d'environnements physiques très complexes. En ce qui concerne le relief, deux cordillères, les Sierras Madres, partent du centre du Mexique et courent parallèlement aux côtes. Du centre du pays jusqu'au Panama, elles se prolongent par d'autres axes montagneux, dont certains présentent un volcanisme très actif. Entre les cordillères, il y a au Mexique des zones étendues, sèches et plus ou moins plates, qui s'élèvent jusqu'à la vallée centrale; plus au sud, vers l'extrémité de la région, se trouvent des dépressions encadrées de montagnes et des vallées coupées par les rivières qui donnent un relief très complexe. Entre les cordillères et la côte s'étendent des plaines alluviales et une péninsule, le Yucatán, sur des roches calcaires.

La situation de l'Amérique centrale, entre le tropique du Cancer et 10° de latitude nord, la place dans une zone soumise à l'influence de forces climatiques importantes provenant des océans qui l'entourent. L'interaction entre les éléments climatiques, la latitude et le relief crée une diversité d'environnements, qui va depuis les plaines côtières de l'Atlantique, où les précipitations sont de 3 000 à 5 000 mm, jusqu'aux semi-déserts des hauts plateaux du Mexique. La région comprend principalement des zones à humidité persistante sur le versant atlantique et des zones à saisons alternées avec une saison sèche sur le versant pacifique, qui correspond à l'hiver boréal, appelé été par les Espagnols. La zone qui comporte des saisons alternées, depuis la côte du Pacifique jusqu'au sommet des cordillères, a été la première à être occupée par l'homme, et c'est toujours celle qui présente la plus forte densité de population.

La couverture végétale est elle aussi très variée en Amérique centrale, puisqu'on trouve à la fois des éléments d'origine nordique – par exemple, les pins arrivent jusqu'au Nicaragua – et des espèces sud-américaines, dont beaucoup ont pénétré profondément dans les basses terres des

---

L'auteur de ce chapitre est J. León (San José, Costa Rica).

deux versants au Mexique. Dans ces conditions, l'isolement et la sélection ont suscité une forte diversité biologique et l'endémisme qui en résulte. Comme dans d'autres zones tropicales, les grands paysages sont déterminés par l'interaction du climat et du relief, les facteurs édaphiques étant d'importance moindre.

Le paysage actuel de l'Amérique centrale est défini par l'occupation humaine. En général, il donne l'image d'une région plutôt sèche, très érodée, avec une couverture végétale d'origine localisée dans de petits espaces isolés. De la forêt subcaduque qui couvrait la région depuis Sinaloa jusqu'à Guanacaste, il ne reste que des zones limitées, les unes au Mexique et les autres au Costa Rica. Dans la majorité des pays, la frontière agricole est atteinte et les forêts tropicales humides se réduisent à un rythme tel que d'ici 10 à 20 ans elles auront disparu.

LA SÉQUENCE CULTURELLE

Les premiers habitants de l'Amérique centrale ont été les groupes immigrants qui, venus du nord, ont avancé vers l'Amérique du Sud et se sont établis en petites communautés nomades il y a 25 000 à 40 000 ans. Les premières traces d'ustensiles remontent à 18 000 ans, et la première culture connue a été celle des Olmèques, conglomérat de populations qui s'étendirent des plaines côtières du golfe du Mexique jusqu'aux hautes terres. Une série de cultures qui occupèrent des zones distinctes et se développèrent à des époques différentes se sont succédé en Amérique centrale. Il subsiste des restes de leur complexité et de leur origine dans les langues indigènes, qui présentent une ramification ancienne et profonde à partir de quelques troncs de base d'origine nord-américaine. Cette succession de cultures a abouti dans certains cas à un développement véritable, partant des campements pour arriver jusqu'aux empires. A l'arrivée des Espagnols, l'Amérique centrale n'était pas dominée comme les Andes par un pouvoir hégémonique. L'Empire aztèque coexistait avec de minuscules tribus indépendantes, mais les Aztèques étaient la force principale et leur langue, le nahuatl, est arrivée à être pratiquement une langue franche de toute l'Amérique centrale. Les plantes, les instruments pour leur culture et leur emploi, et même les types de sols, avaient des noms nahuatl que l'on employait de Sinaloa jusqu'au Costa Rica et quelquefois au-delà des frontières de l'Amérique centrale.

LES SYSTÈMES AGRICOLES

L'agriculture a été la base des civilisations centraméricaines. On peut estimer qu'il lui a fallu des siècles pour se développer et que son étape finale – celle que connurent les Européens en 1500 – fut le résultat de l'accumulation de pratiques et de matériels inventés et perfectionnés par des civilisations différentes qui avaient survécu à des guerres, des famines et des catastrophes naturelles. On ne peut supposer que ce résultat ait été un processus linéaire; il a dû se concrétiser lentement dans les centres du pouvoir économique et politique, et s'étendre ou se contracter selon le sort des groupes humains. Les efforts visant à améliorer les cultures et à inventer des méthodes de production et d'utilisation se sont poursuivis de façon plus ou moins continue et ont peut-être échappé à beaucoup de contingences du fait que les activités étaient aux mains des agriculteurs, groupe qui a été le moins affecté par les changements de pouvoir.

De la cueillette des produits végétaux, on est passé à la protection et à la culture de certaines plantes. On pense que les arbres fruitiers, qui fournissaient une bonne partie des produits cueillis, furent aussi les premières espèces objet d'une protection et d'une culture. Les Espagnols de Cortés, au cours de leur expédition au Honduras, réussirent à subsister grâce aux sapotiers qu'ils trouvèrent dans la forêt. On pourrait supposer que les champs primitifs étaient analogues à ceux que

FIGURE 2

Amérique centrale



l'on observe encore autour des maisons dans certaines parties du Chiapas et du Guatemala: un mélange d'arbres fruitiers, d'herbes comestibles et médicinales, de cacao et de plantes ornementales, semés et récoltés sans aucun ordre, sous des arbres natifs qui n'ont pas d'autre utilité que de fournir du combustible et de l'ombre. Rien n'indique que, dans ces conditions, on n'ait pas pratiqué la sélection ni semé les types choisis. Dans les régions plus sèches, les plantations primitives pouvaient se baser sur des herbes qui produisent des graines et qui exigent des sols propres pour pousser. Tôt ou tard, on est arrivé au système d'essartage-jachère-brûlis, qui se pratique dans toutes les régions, surtout celles qui ont des saisons alternées.

Un autre axe de développement a été le contrôle de l'humidité du sol. L'irrigation est très ancienne en Amérique centrale et, dans la vallée centrale du Mexique, elle s'est pratiquée sur des superficies très étendues au moyen de différents systèmes. On n'est pas arrivé à construire des ouvrages d'ingénierie comme au Pérou, mais on a réussi à couvrir des superficies suffisantes pour approvisionner en denrées alimentaires les grands noyaux urbains de Teotihuacán et Tenochtitlán. Le principal développement de l'irrigation a commencé à l'époque coloniale, avec les plantations de cacao, et cette culture s'étendit dans de nouvelles zones comme les basses terres du Pacifique jusqu'à Sinaloa. Par un processus inverse, on a inventé des systèmes de drainage des sols humides en construisant des terrasses; les plus spectaculaires étaient les *chinampas* de la vallée de Mexico, réduites aujourd'hui à une attraction touristique. Elles contribuèrent notablement à l'alimentation de la ville de Mexico avant la conquête et au cours de l'époque coloniale. Dans les basses terres de Campeche et de Veracruz, les terrasses furent utilisées dès les premières civilisations et se développèrent aussi dans les basses terres occupées par les Mayas.

Le développement de systèmes agricoles dépend en grande partie des instruments de travail et de la disponibilité de traction animale. De ces points de vue, l'Amérique centrale n'a pas offert d'apport particulier. On ne connaissait que les instruments de culture les plus primitifs: la houe était d'usage général; au Mexique, on a inventé des houes et des pelles en bronze, tandis qu'ailleurs on a utilisé pour le même usage de grands coquillages, mais on n'est pas arrivé à développer comme dans les Andes des instruments qui permettent de labourer le sol. L'absence complète d'animaux de trait était caractéristique de tout le Nouveau Monde. La force de l'homme fournissait l'énergie nécessaire, et l'esclavage, caché ou non, permettait aux groupes dominants d'obtenir la nourriture, les vêtements et les ornements au moyen de tributs. En ce qui concerne les systèmes de culture, les techniques et les instruments, l'Amérique centrale n'a apporté aucun élément nouveau ou essentiel qui ne soit déjà connu dans d'autres civilisations agricoles.

Le système agricole centraméricain qui a fait l'objet de la plus grande attention a été celui des Mayas. On a beaucoup écrit pour essayer de comprendre comment dans un environnement extrêmement défavorable, avec des sols très pauvres et des pluies très abondantes ou au contraire rares, il a pu se développer une culture dont les avancées en mathématiques, en astronomie et en architecture furent supérieures non seulement à celles des autres cultures précolombiennes, mais aussi aux cultures contemporaines européennes et asiatiques. La construction de grands centres urbains a dû exiger beaucoup de travailleurs, et leur subsistance et celle des classes dirigeantes ne peut s'expliquer de façon satisfaisante avec le système de production agricole de la région alors en usage. Bien qu'on ait proposé des explications théoriques partielles, le problème est encore loin d'être résolu. On sait que les Mayas dépendaient de trois produits de base – le maïs, les haricots et

les courges – et d'autres produits secondaires, tous centraméricains. On a soutenu sans véritable preuve que ce sont les Mayas qui ont domestiqué le cacao, mais on sait en tout cas qu'ils fabriquaient une sorte de chocolat. D'autres plantes qu'ils utilisèrent, et probablement cultivèrent, furent *Brosimum alicastrum* (l'arbre à noix-pain ou brosime) et *Talisia* spp., tous deux des végétaux à fruits. A l'arrivée des Européens, la culture maya avait presque complètement disparu. Leurs descendants, surtout au Yucatán, pratiquent un système d'agriculture qui ne paraît pas avoir beaucoup changé depuis l'époque classique.

LES PLANTES DOMESTIQUÉES

Il serait théorique de classifier les plantes d'Amérique centrale, en fonction de leur processus de domestication, en plantes tolérées, cultivées et domestiquées, comme s'il s'agissait de catégories différenciées, puisqu'entre les trois on trouve tous les stades intermédiaires. Il n'a pas été possible d'identifier les facteurs qui ont permis leur domestication, mais certains d'entre eux ont dû être les mêmes qui l'ont favorisée au Proche-Orient, en Asie du Sud-Est et en Chine. On a souvent signalé que ce processus s'est produit plus ou moins à la même époque à travers le monde et qu'il a été plus lent en Amérique centrale.

L'information qui existe sur la domestication est d'ordre botanique (présence d'une grande diversité au sein de l'espèce et de parentes sauvages), archéologique (restes de plantes, représentations ou empreintes sur des ustensiles), historique et linguistique (documents, noms dans les langues indigènes). Les preuves archéologiques sont celles qui ont le plus de poids, mais elles se limitent à des espèces et à des régions où les conditions favorables à la conservation de restes organiques ont conduit à une identification correcte et à une datation certaine. Par conséquent, les informations dérivées de témoignages archéologiques en Amérique centrale et dans d'autres régions d'agriculture primitive doivent être prises en tenant compte de ces limitations; elles excluent les espèces qui ne se conservent pas bien et les zones de forte humidité qui, selon Vavilov, auraient pu être celles où l'agriculture était la plus ancienne.

Si l'Amérique centrale n'a pas apporté de contribution de grande valeur aux systèmes de culture, pour la domestication des plantes sa place est comparable à celle de n'importe quelle autre région, aussi bien pour le nombre que pour l'importance des espèces. On sait en toute certitude que le maïs a été domestiqué en Amérique centrale et que, depuis l'époque où l'on pratiquait une agriculture débutante (il y a environ 3 000 ans), il faisait déjà, avec une espèce de *Cucurbita* et une de *Capsicum*, partie des systèmes de production les plus primitifs. En ce qui concerne le maïs, les témoignages archéologiques découverts à Tehuacán, au centre du Mexique, par MacNeish constituent la preuve la plus complète de l'évolution locale d'une culture. En Amérique centrale, de nombreuses variantes ou races se sont développées; elles se sont adaptées à presque toutes les conditions d'environnement, depuis les sites à forte humidité et température élevée jusqu'aux altitudes de 3 100 m au climat froid et sec.

C'est en Amérique centrale que l'on inventa le plus grand nombre de façons de manger et de boire les produits du maïs, ainsi que les instruments et les modes de préparation. On utilisait la chaux pour séparer l'enveloppe du grain, ce qui augmentait sa valeur protéique et permettait d'obtenir un aliment de grande qualité. Cela fut très certainement une découverte fortuite, dont le résultat ne s'appliqua pas dans d'autres régions du monde. Parmi les utilisations du maïs trouvées au Mexique, Hernán Cortés mentionnait en 1520 la production de cannes «qui sont aussi douces et sucrées que les cannes à sucre».

Au moins trois espèces de *Cucurbita* sont originaires d'Amérique centrale: *Cucurbita argy-*

rosperma, peut-être la première à être cultivée, qui s'adapte à des altitudes entre 0 et 1 500 m; *C. moschata*, la plus commune et la plus utile, que l'on trouve entre 300 et 1 500 m et *C. pepo*, qui est moins importante en Amérique centrale qu'en Europe et aux Etats-Unis et pousse jusqu'à 2 000 m. Une quatrième espèce, *C. ficifolia*, se consomme de façon différente; elle est peut-être aussi originaire d'Amérique centrale.

Parmi les cucurbitacées, on cultive aussi deux espèces de *Sechium*: *Sechium edule* (chayotte), dont on consomme les fruits, les racines et les jeunes pousses et dont la région de répartition est très vaste dans les tropiques américains (son centre d'origine est le Mexique et le Guatemala), et *S. tacaco*, encore restreinte à sa zone d'origine, les hautes terres du Costa Rica.

La tomate (*Lycopersicon esculentum*) a été connue pour la première fois au Mexique, où Francisco Hernández l'a décrite en détail vers 1571-1577. Elle n'avait pas beaucoup d'importance comme légume, puisque c'était une herbe de plus dans les champs bien que ses fruits fussent de la taille des variétés modernes.

Un légume d'utilisation analogue est *Physalis philadelphica*, appelée communément au Mexique tomate ou tomate à enveloppe; elle se cultive aussi au Guatemala et l'on n'en conserve que peu de variétés.

L'espèce centraméricaine de piment, *Capsicum annuum*, dont sont dérivés les poivrons, présente dans cette région des populations sauvages et une diversité variétale très grande.

Les haricots communs, *Phaseolus vulgaris*, sont apparus il y a 5 500 à 7 000 ans au centre du Mexique, où abondent les populations sauvages, mais leur culture intensive a commencé entre le 1er et le 7e siècle. *P. coccineus*, espèce pérenne des hautes terres, se rencontrait déjà au Mexique il y a environ 2 200 ans; une autre espèce très semblable, *P. polyanthus*, se cultive en association avec *P. coccineus*. *P. acutifolius*, qui se cultivait il y a environ 5 000 ans à Tehuacán, s'étend des Etats-Unis au Costa Rica.

Une des cultures principales du Mexique précolombien fut *Amaranthus hypochondriacus*, dont les graines se consommaient comme celles des céréales. Une autre espèce cultivée, surtout au Guatemala, est *A. cruentus*.

Les racines et tubercules natifs n'ont pas eu d'importance dans l'agriculture centraméricaine. Le dolique tubéreux (*Pachyrrhizus erosus*) est une culture ancienne et aujourd'hui très répandue. Les pommes de terre des hautes terres du Mexique, de grande valeur comme aliment énergétique, produisent de petits tubercules comestibles mais on ne les cultivait pas.

Le cacao (*Theobroma cacao*), que l'on rencontre à l'état sauvage dans le sud du Mexique, a été peut-être domestiqué dans cette région, où il y a des variétés aberrantes, et sa culture préhispanique ne dépassa pas la frontière actuelle entre le Costa Rica et le Panama.

Le coton (*Gossypium hirsutum*) constitue la plante fibreuse la plus cultivée; l'un de ses centres de domestication paraît avoir été la côte du golfe du Mexique, et des restes archéologiques dans ce pays indiquent qu'on le connaissait il y a 5 500 ans. D'autres plantes à fibres, aujourd'hui remplacées en grande partie par les fibres synthétiques, sont l'henequen (*Agave fourcroydes*), le sisal (*A. sisalana*), *A. angustifolia* var. *letonae* du Salvador et diverses espèces de *Furcraea*.

Parmi les légumes à feuilles, il faut mentionner *Crotalaria longirostrata*, *Solanum americanum*, *S. wendlandi*, *Cnidoscolus chayamansa*, *Chenopodium nuttalliae* et *Opuntia leucantha* qui se consomment crus ou cuits, comme les jeunes pousses de *Cucurbita* et *Sechium*. L'inflorescence de *Chamaedorea tepejilote* (inga) est très consommée au Mexique et au Guatemala, mais sa culture est encore réduite aux vergers. La chayotte (*Sechium edule*) s'utilise pour ses fruits, ses racines et ses jeunes pousses.

Le plus grand nombre de domestications a probablement été celui des arbres et arbustes fruitiers. Il en reste des vestiges archéologiques, bien qu'on ne sache pas avec certitude s'il s'agit de produits cueillis ou cultivés. *Annona diversifolia, A. reticulata* et *A. scleroderma* sont natives d'Amérique centrale, et on connaît pour certaines d'entre elles des populations sauvages; *Casimiroa edulis* se cultive depuis le niveau de la mer jusqu'à 2 500 m; on a trouvé des vestiges archéologiques d'il y a 5 000 ans. Il s'agit d'une espèce complexe par ses différentes populations locales. *Couepia polyandra* et *Diospyros digyna* sont sauvages du Mexique au Costa Rica; elles datent aussi d'il y a environ 5 000 ans et présentent de nombreuses variétés. *Inga jinicuil* et *I. paterno* sont originaires du Mexique et du Salvador respectivement. *Licania platypus* va du Mexique au Panama; *Manilkara zapota*, avec de nombreuses variétés, se cultive actuellement dans toutes les zones tropicales. *Persea americana*, l'avocat, est l'un des fruits qui en Amérique centrale se cultive à n'importe quelle altitude entre 0 et 2 500 m; il y en a aussi des populations sauvages. Poussent également *Parmentiera edulis, Persea schiedeana, Pouteria campechiana, P. sapota*, le sapotier, et une population affine, *P. viridis*; *Pouteria hypoglauca, Prunus capuli, Psidium friedrichsthalianum* et *Spondias purpurea*, avec de nombreuses variétés et utilisations. Les cactacées au Mexique comportent de nombreuses espèces sauvages dont on cueille les fruits et quelques rares espèces en culture primitive.

Parmi les épices et les condiments, on trouve *Capsicum annuum* et *C. frutescens*; *Pimenta dioica*, sauvage du Mexique au Costa Rica et de culture très ancienne; *Vanilla planifolia*, qui se produit davantage en dehors de la région; et *Fernaldia pandurata*. Quelques épices proviennent de plantes semi-sauvages comme *Cymbopetalum penduliferum*, la *Calathea* sp. et *Quararibea funebris*.

Les boissons fermentées (pulque) ou fraîches (hydromel) étaient connues depuis l'époque précolombienne et s'obtiennent principalement à partir de deux espèces d'Agave, *A. salmania* et *A. mapisaga*. L'origine de la préparation des boissons distillées (mescal, tequila) obtenues à partir de *A. tequilana* et d'autres espèces remonte aussi à cette époque.

Les plantes médicinales sont très nombreuses, la majorité d'entre elles en culture primitive. La contribution la plus récente de l'Amérique centrale a été constituée par les espèces de *Dioscorea* utilisées pour la production de diosgénine-cortisone et cultivées pour cet usage au Mexique.

Un groupe non moins important est celui des plantes ornementales. Les Espagnols trouvèrent au Mexique des jardins comme ceux de l'Europe et, dans les siècles qui ont suivi la conquête, de nombreuses espèces d'orchidées et de broméliacées d'Amérique centrale ont été cultivées en Europe et aux Etats-Unis. Un groupe de composées, *Ageratum, Cosmos, Dahlia, Tagetes*, et *Zinnia*, que l'on cultivait dans la région depuis l'époque préhispanique, ont été sélectionnées de façon intensive en Europe et aux Etats-Unis. Il existe des populations sauvages de toutes ces plantes ainsi que de *Trigidia, Zephyranthes, Euphorbia* et autres plantes ornementales.

MARGINALISATION DES CULTURES EN AMÉRIQUE CENTRALE

Parmi les causes qui ont contribué à marginaliser des cultures, la plus radicale a peut-être été le remplacement d'un produit naturel par un produit synthétique. L'agro-industrie de l'indigo (*Indigofera* spp.), qui conserve encore une grande importance commerciale, a aujourd'hui pratiquement disparu en raison de la production de teintures chimiques; *Agave* et *Furcraea* ont été remplacés par des fibres synthétiques. Le caoutchouc (*Castilla elastica*), dont l'usage était déjà connu à l'époque préhispanique, a été une culture primiti-

ve au début du siècle, mais elle a été remplacée par une autre plus efficace, *Hevea brasiliensis*, qui lui-même a été à son tour remplacé par le caoutchouc synthétique.

Parmi les plantes alimentaires, la marginalisation a été un processus plus long et moins direct. La préparation culinaire et les habitudes de consommation depuis l'enfance ont permis la permanence de ces espèces. Cela dit, les changements sociaux violents comme la conquête ont entraîné des modifications profondes. Les produits autochtones ont été remplacés par des produits exotiques, qui les ont concurrencés grâce au prestige que leur attribuait le groupe social dominant. Les cultures autochtones sont abandonnées d'abord par les couches sociales supérieures et ensuite par les couches inférieures. Seules les communautés très pauvres ou indigènes maintiennent les cultures traditionnelles et en conservent les techniques de traitement et d'emploi. Le changement fondé sur le prestige social se fait sans prendre en compte la valeur intrinsèque des cultures, par exemple ses propriétés nutritives ou les coûts de production. En el Salvador, une étude comparative entre les légumes natifs – comme le chipilín (*Crotalaria* spp.) et la morelle noire (*Solanum americanum*) – et les légumes européens (laitue, chou pommé) a montré la supériorité des premiers comme source de vitamines et d'acides aminés, sans compter que leur production demande moins de soins et moins de frais d'engrais et d'insecticides.

La non-acceptation d'une culture faute de prestige social se manifeste sous de nombreux aspects. Un agriculteur du Guatemala peut obtenir des crédits sur ses agrumes mais non sur un fruit local aussi estimé que l'ilama (*Annona diversifolia*), malgré le fait que celle-ci a de bons débouchés. En outre, il n'y a pas de services de vulgarisation pour les cultures autochtones, peut-être parce que leur connaissance est le patrimoine des indigènes. De nombreux techniciens étrangers se concentrent sur les cultures exotiques et non sur les cultures natives, car leur expérience, leurs informations et leur matériel de vulgarisation portent surtout sur les premières. En revanche, ce sont souvent les anthropologues étrangers qui appellent l'attention sur les cultures autochtones, et en particulier sur les procédés d'utilisation connus des communautés aborigènes.

Il existe un cas intéressant de marginalisation, celui du huautli (*Amaranthus hypochondriacus*), que l'on traitera plus loin dans cet ouvrage.

Les cultures natives d'Amérique centrale qui ne se sont pas étendues en dehors de zones restreintes sont nombreuses. La chaya (*Cnidoscolus chayamansa*) se cultive au Yucatán et au Petén; l'ixtlán (*Solanum wendlanli*) dans le sud-ouest du Guatemala; le loroco (*Fernaldia pandurata*) en El Salvador; le huauzontle (*Chenopodium berlandieri*) au centre du Mexique. Il existe déjà sur la majorité de ces cultures des études locales relatives à leur traitement agronomique; il est possible que certaines s'étendent à de nouvelles régions.

L'avenir des cultures marginalisées d'Amérique centrale dépend de l'action conjointe de divers facteurs. L'un est la recherche sur la production et le traitement, visant à l'obtention de variétés supérieures et de pratiques agronomiques améliorées, surtout en ce qui concerne la protection contre les parasites et les maladies. Un autre consiste à établir des sources sûres et permanentes de semences et autres matériels de reproduction, et à les rendre accessibles aux agriculteurs. Les campagnes de vulgarisation agricole qui montrent les avantages des cultures marginalisées sur les cultures exotiques en ce qui concerne leur valeur nutritive et leur facilité de production sont fondamentales. Ce sont des aspects qui exigent une étude intensive et une évaluation des variétés, des systèmes de production traditionnelle et des modes d'utilisation des produits par les groupes indigènes ou paysans, pour les adapter

aux techniques modernes. De plus, il faut étudier les conditions du marché et les possibilités de son élargissement à d'autres régions et rechercher la présentation du produit et les normes qui garantissent aux consommateurs une qualité stable et favorisent une acceptation plus large. La diversification des utilisations dans l'agro-industrie créera de nouvelles possibilités de débouchés et une garantie pour le producteur.

Bibliographie

Bukasov, J.M. 1931. The cultivated plants of Mexico, Guatemala and Colombia. *New World Bull. Appl. Bot. Genet. Plant Breed.*, 47: 1-553. Version espagnole de Jorge León. 1981. Turrialba, CATIE-GTZ.

Dressler, R.L. 1953. The pre-Columbian cultivated plants of México. Harvard University *Botanical Museum Leaflets*, 16: 115-172.

Flannery, K.V., éd. 1987. *Maya subsistence.* New York, Academic Press.

Harrison, P.D. & Turner, B.L., éds. 1978. *Prehispanic Maya agriculture.* Albuquerque, Etats-Unis, University of New Mexico Press.

Martínez, M. 1959. *Las plantas útiles de México.* Mexico, Botas.

Palerm, A. & Wolf, E. 1961. La agricultura y el desarrollo de la civilización en Mesoamérica. *Rev. Interam. Cienc. Soc.* 1: 1-345.

Rojas Rabiela, T. 1988. *Las siembras de ayer. La agricultura indígena del siglo XVI.* Mexico, SEP-CIESAS.

Rojas Rabiela, T. & Sanders, W.T., éds. 1985. *Historia de la agricultura. Epoca prehispánica - siglo XVI.* Mexico, INAH.

Vavilov, N.I. 1931. Mexico and Central America as the principal centre of origin of cultivated plants in the New World. *Bull. Appl. Bot. Genet. Plant Breed.*, 26: 135-199.

Haricots (*Phaseolus* spp.)

Les espèces domestiquées du genre *Phaseolus sensu stricto*, qui en comprend 55, ont été au nombre de cinq. Les peuples précolombiens les cultivèrent pendant des milliers d'années comme source principale de protéines, puisque les animaux ne jouaient un rôle important ni dans l'alimentation ni comme force de travail, en particulier en Amérique centrale. Dès l'époque précolombienne, le haricot commun (*P. vulgaris* L.) fut le plus répandu et celui que l'on sélectionna le plus intensivement. Selon les premiers chroniqueurs, on attribuait dans les empires aztèque et inca une grande importance à cette espèce, puisque c'est avec elle qu'on payait les tributs. Sa popularité s'accentua après la conquête et, depuis 1880, mis à part des travaux isolés, l'effort d'amélioration génétique s'est concentré principalement sur le haricot commun. Cela a été préjudiciable aux autres espèces qui présentent dans l'agriculture moderne un intérêt supérieur ou comparable, du moins dans les zones où les conditions écologiques ne sont pas optimales pour leur développement.

La forme ancestrale de *P. vulgaris* pousse à la limite entre deux zones climatiques – subtropicale sèche et tropicale tempérée – où l'homme précolombien établit de nombreux peuplements, fait qui peut expliquer l'acceptation de l'espèce. Pour couvrir la plus grande partie de la superficie où il vivait (à l'exception de quelques régions andines), il domestiqua quatre autres espèces.

Les cinq espèces ancestrales étaient des lianes qui poussaient dans des niches écologiques différentes. Les études biochimiques ont montré comment on a domestiqué *P. lunatus* en divers points de l'Amérique centrale et *P. vulgaris* dans les Andes. Cette dernière région mise à part, l'uniformité de la pression de sélection a conduit à une similitude notable des modèles d'évolution. A l'exception du tépari, l'association avec le maïs – bien que tardive dans les Andes – a également contribué à cette uniformisation. Les niveaux d'évolution des cinq espèces n'ont pas été les mêmes, et il reste un grand potentiel à exploiter, par exemple en ce qui concerne le mode de croissance pour *P. polyanthus* et la taille et la couleur de la graine pour *P. acutifolius*. Ce potentiel permettrait de développer certaines espèces de façon encore plus approfondie que *P. vulgaris*.

A une époque où l'on a accepté le modèle d'une agriculture à la fois durable et productive, les haricots méritent de faire l'objet d'un regain d'attention.

L'auteur de ce chapitre est D.G. Debouck (Conseil international des ressources phytogénétiques (CIRP), Rome).

L'auteur tient à remercier G.F. Freytag (USDAD), J. León (Université du Costa Rica), G. Ballesteros (Université de Cordoba, Colombie), O. Toro (CIAT) et O. Youdivich. Il remercie également les institutions suivantes: CIRP (Rome), CIAT (Colombie), UICN (Suisse), INIFAP (Mexique), ICTA (Guatemala), ICA (Colombie), INIAP (Equateur), INIAA (Pérou), CIF (Bolivie), INTA (Argentine) et l'Université du Costa Rica.

Phaseolus coccineus

Nom botanique: *Phaseolus coccineus* L.
Famille: fabacées
Noms communs. *Français:* gros haricot, haricot d'Espagne; *espagnol:* ayocote (nom d'origine nahuatl, centre du Mexique), patol (Mexique [Zacatecas]), botil (Mexique [Chiapas]), chomborote, piloy (haut plateau du Guatemala), cubá (Costa Rica)

Phaseolus coccineus est cultivé en altitude en Amérique centrale depuis de nombreux siècles. Les populations de l'Anáhuac, au Mexique précolombien, cultivèrent cette espèce extensivement et assurèrent sa diffusion. Son introduction dans le sud de la Colombie (Antioquía et Nariño) et en Europe (où on la connaît sous les noms de haricot d'Espagne et de scarlet runnerbean) se serait produite à partir du 17[e] siècle et plus tard dans d'autres parties du monde comme les hautes terres d'Ethiopie. On a rencontré *P. coccineus* dans des vestiges archéologiques uniquement au Mexique, à Durango et Puebla, et à l'état sauvage à Tamaulipas. Bien que les informations archéologiques soient très peu nombreuses, on pourrait supposer qu'au Mexique la domestication s'est produite dans les zones humides et d'altitude.

Le changement de variété de maïs (plus précoce et à tiges moins fortes) et l'utilisation d'engrais (par exemple l'urée) et d'herbicides dans les champs de maïs ont provoqué l'abandon progressif de cette culture dans l'ouest du Guatemala et au Costa Rica. Il paraît raisonnable de supposer que la même chose se passe dans d'autres zones de culture. En raison de sa niche écologique, *P. coccineus* a souffert d'une forte concurrence de la part des cultures exotiques qui sont davantage consommées et ont de plus grands débouchés, par exemple le petit pois, la fève, le chou pommé, l'ail et l'oignon.

P. coccineus a été utilisé dans sa zone nucléaire, surtout pour ses grains secs ou verts. La consommation de graines tendres permet d'étendre la culture jusqu'à de grandes altitudes, puisque la racine charnue produit une deuxième pousse après de légères gelées (par exemple à Huehuetenango, au Guatemala). Au Mexique, la racine de ce légume a des usages médicinaux. On consomme également les fleurs. Les inflorescences flamboyantes sont peut-être la raison de son développement récent comme plante ornementale en Europe et aux Etats-Unis. La gousse verte s'utilise comme légume en Europe occidentale et le grain sec (haricot blanc) se consomme dans certains plats typiques.

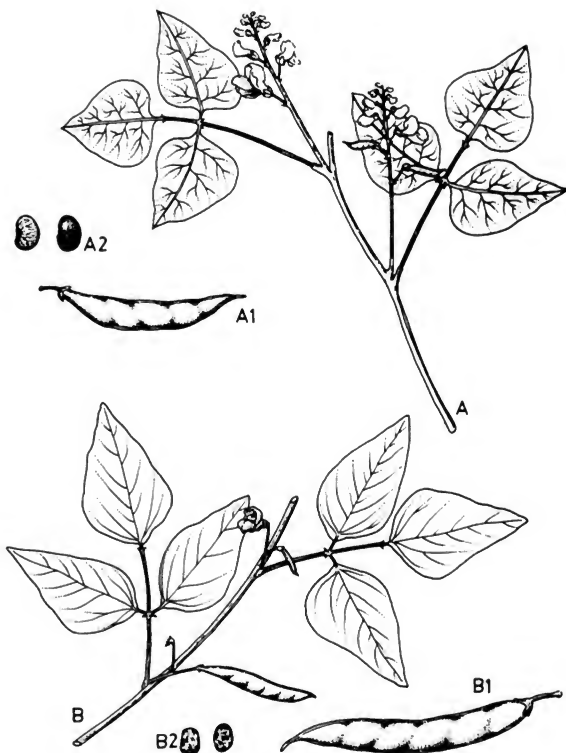
Description botanique

P. coccineus est une espèce pluriannuelle de grande vigueur végétative: ses rameaux de plusieurs mètres (on ne trouve que dans quelques cultivars modernes des formes annuelles arbustives) émergent d'une racine charnue. Il se distingue facilement par ses graines de grande taille (le poids de 100 graines est de 80 à 170 g et de 6 à 12 g pour la forme sauvage), avec un hile étroit, petit et elliptique, et ses grandes inflorescences (20 cm et jusqu'à plus de 20 rameaux fructifères) à fleurs rouges écarlates, blanches ou, plus rarement, bicolores. Sa germination est hypogée, et sa racine charnue, divisée et généralement fusiforme, permet la repousse de bourgeons de cotylédons pendant plusieurs années consécutives. La plante fleurit à partir de 50 jours après le semis pour les formes les plus précoces ou au début des pluies, et continue à produire des fleurs pendant longtemps, sauf dans les formes arbustives. La pollinisation est croisée dans la majorité des cas, aidée par la présence d'un stigmate extrorse et de nectaires; elle se fait par l'intermédiaire de bourdons et de papillons. Jusqu'à maintenant, on la considère comme autocompatible.

Dans les formes sauvages, la dispersion de la graine se fait par déhiscence violente des gousses pendant la saison sèche. Dans quelques popula-

FIGURE 3

Haricots: A. *Phaseolus coccineus*; A1. légume; A2. graines; B. *P. acutifolius*; B1. légume; B2. graines



tions sauvages, on observe une brève latence; la viabilité de la graine dans les conditions naturelles ne dépasse pas trois ans.

Ecologie et phytogéographie

Comme *P. polyanthus*, *P. coccineus* supporte des précipitations supérieures aux autres espèces de *Phaseolus* (voir tableau 3), à condition que les sols soient bien drainés, comme ceux qui sont formés à partir de cendres volcaniques, de gravier, etc. Cette espèce pousse à des températures plus fraîches que les autres espèces cultivées. Elle est généralement héliophyte, mais supporte le brouillard.

Sa zone nucléaire s'étend de Durango à Veracruz et Puebla. Au Guatemala, on la sème traditionnellement sur les versants de la sierra de Cuchumatanes et sur le haut plateau de Huehuetenango jusqu'à Alta Verapaz et Sacatepéquez et, pour le reste de l'Amérique centrale, dans les parties les plus hautes. La forme sauvage de *P. coccineus* (sans qu'on puisse affirmer qu'elle est ancestrale dans la totalité de sa répartition) s'étend de Chihuahua au Mexique jusqu'au Panama, généralement entre 1 400 et 2 800 m, dans la forêt humide d'altitude.

Diversité génétique

Cette espèce présente, à l'état sauvage, une grande variation phénotypique dans l'état actuel de son évolution, contrairement aux autres espèces sauvages du genre (il y a un certain parallélisme avec *P. augusti* d'Amérique du Sud). *P. coccineus* sauvage peut être considéré comme un complexe de diverses formes, en cours de différenciation active dans toute sa zone de répartition. Certaines formes très différenciées, comme *P. glabellus*, pourraient s'être séparées pour constituer une forme précoce d'un groupe dont il est aujourd'hui difficile de distinguer toutes les variantes. L'allogamie est fréquente dans ces plantes, et le croisement de formes sauvages avec des formes cultivées éliminées par l'homme a modifié les modèles de différenciation. Du fait de son processus actif d'évolution, ce complexe d'espèces ne permet pas un travail facile de classification mais, pour la même raison, il offre un gros potentiel pour le phytogénéticien.

Outre un groupe de quatre formes sauvages, à fleurs écarlates, il faut en mentionner un autre de quatre formes à fleurs violettes. *P. polyanthus* est une espèce proche de la limite du patrimoine génétique primaire du haricot d'Espagne, puisqu'on peut dans certains cas le croiser avec ce dernier, comme à Putumayo en Equateur ou à Imbabura en Colombie. De la même façon, *P. vulgaris* peut être considéré comme à la limite du patrimoine génétique primaire du haricot d'Espagne.

Il existe peu de cultivars définis, particulièrement parmi les formes grimpantes. On peut signaler, parmi les formes arbustives indéterminées, Patol Blanco et, parmi les formes arbustives déterminées, Hammond's Dwarf.

Il y a risque d'érosion génétique dans les zones où le champ de maïs traditionnel s'est modifié, comme dans certaines parties du Mexique (Chiapas, Oaxaca, Puebla et Veracruz), au Guatemala et au Costa Rica. Il est fréquent d'y semer en même temps que le maïs les trois espèces de haricots (*P. coccineus*, *P. polyanthus* et *P. vulgaris*) et des courges. Sur le haut plateau du Mexique (Durango, Zacatecas), l'extension récente du haricot commun pourrait éliminer les haricots d'Espagne pour des raisons de prix.

Il existe des matériels de *P. coccineus* dans des collections de plasma germinatif, principalement à Chapingo au Mexique (INIFAP), à Pullman aux Etats-Unis (USDA) et à Palmira en Colombie (CIAT). Le matériel cultivé a déjà été recueilli en bonne partie, sauf dans certaines zones du Guatemala (Quiché), du Honduras et du Costa Rica, où il est peut-être trop tard pour effectuer cette collecte. Pour le matériel sauvage, il faut l'effectuer

dans le voisinage des grandes villes d'Amérique centrale, particulièrement dans la vallée de Mexico, qui était un centre de diversité du complexe de *P. coccineus* très riche en formes diverses. De nombreuses zones restent à explorer, si l'on compare le matériel déjà en collection au matériel abondant en herbier. En raison du traitement complexe de ces formes *ex situ*, il vaut mieux pratiquer la conservation *in situ*.

Pratiques culturales

Dans la majeure partie de sa zone nucléaire, *P. coccineus* se sème avec le maïs et d'autres variétés ou espèces (*P. vulgaris, P. polyanthus*) selon des pratiques qui ont été étudiées, puisque les précipitations permettent leur association. A Durango et Zacatecas au Mexique, en saison des pluies, on le sème seul, en rangées espacées, ou à la volée, selon le type de jachère. La récolte manuelle est encore fréquente. On récolte les gousses et on les laisse sécher sur le sol avant de les battre; les graines sont gardées en sacs. L'estimation du rendement dans les champs cultivés est difficile du fait que les agriculteurs sèment *P. coccineus* en mélange avec d'autres haricots ou le récoltent périodiquement. Il produit de 400 à 1 000 kg par hectare en forme arbustive, tandis qu'en forme grimpante le rendement pourrait être plus élevé (voir tableau 3). On a enregistré plus de 23 tonnes par hectare dans les cultures de haricots verts au Royaume-Uni.

Perspectives d'amélioration

Le haricot d'Espagne a été utilisé dans de nombreuses occasions pour améliorer le haricot commun, mais on a rarement travaillé à sa propre amélioration, bien que les spécialistes s'accordent à le trouver rustique face à divers champignons, bactéries et virus. Le délai de production des formes grimpantes peut être considéré comme un facteur limitant. Le nombre de formes arbustives n'est pas suffisamment élevé (en particulier pour les haricots blancs), et plusieurs de ces formes ont un rendement faible. Il n'existe pas toute la diversité des couleurs et des formes de graines, surtout dans les variétés arbustives. L'abscission florale est parfois importante – peut-être faute de pollinisateurs – et se traduit par des pertes de rendement.

Beaucoup de cultivars s'enracinent facilement et se maintiennent plusieurs années grâce à leurs racines charnues. Les fleurs, grandes et attrayantes, rendent facile la pollinisation par les insectes (on peut supposer un effet positif de cette culture sur la faune locale d'insectes). On pourrait développer un haricot d'Espagne hybride; cependant, au contraire du haricot commun et du tépari, on ne sait pas s'il existe un fort effet d'hétérosis. L'utilisation du haricot d'Espagne comme complément du maïs d'ensilage mérite d'être étudiée puisque, outre sa valeur fourragère, il limite l'érosion du sol. Il peut également être utile intercalé dans les plantations forestières ou fruitières jeunes (protection du sol, valeur fertilisante, apports additionnels). Par sa germination, c'est une espèce utile pour combattre la mouche du haricot (*Ophiomyia phaseoli*) dans les hautes terres d'Afrique orientale.

Phaseolus acutifolius

Nom botanique: *Phaseolus acutifolius* A. Gray

Famille: fabacées

Noms communs. *Français:* tépari; *maya:* xmayum (Mexique [Campeche]); *castillan:* tépari (nom d'origine opata) (Mexique [Sonora]), escomite ou escumite (Mexique [Chiapas)], haricot piñuelero (nom d'origine métisse) (Costa Rica)

Phaseolus acutifolius est cultivé depuis longtemps en Amérique centrale et surtout comme légume dans les zones désertiques ou présentant

une longue saison sèche. On a d'abord décrit une de ses formes sauvages, et c'est plus tard qu'on a reconnu le rapport avec la forme cultivée, au contraire de ce qui s'est passé pour les autres espèces cultivées du genre. Les trouvailles archéologiques ont montré une grande ancienneté de la culture de cette espèce dans le sud-ouest des Etats-Unis (où il aurait pénétré à partir du Mexique il y a 1 200 ans) et à Puebla (où il existe depuis 5 000 ans). La répartition géographique de la forme cultivée s'étend de l'Arizona et du Nouveau-Mexique à Guanacaste au Costa Rica, sur le versant subtropical sec du Pacifique. C'est une répartition sporadique, qui se reflète dans le marché de ce produit. On consomme surtout le grain sec pour sa richesse en protéines (de 17 à 27 pour cent) et en hydrates de carbone. On l'utilise également comme haricot vert et comme fourrage après la récolte.

On ne sait pas encore avec précision où l'espèce a été domestiquée. Il faut noter que les analyses électrophorétiques de la phaséoline et des isoenzymes indiquent que les populations domestiquées ont probablement été peu nombreuses. Que ce soit par son extinction historique, parce que la base génétique initiale était déjà réduite au moment de la domestication ou à cause de l'autogamie de l'espèce, le potentiel génétique cultivé ne paraît pas avoir été très vaste à en juger par son évolution ultérieure.

Parmi les causes qui, d'après divers auteurs, ont conduit à l'oubli du tépari, il faut citer:

- la disponibilité d'eau peu chère dans les zones désertiques, qui rend possible la culture de fourrage et d'autres légumes de meilleur rapport (haricot commun, pois à vache), puisque le rendement du tépari n'est pas supérieur lorsqu'il est irrigué, et même parfois inférieur;
- la perte de traditions de consommation des communautés indigènes;
- l'absence de demande sur les marchés.

Son potentiel de culture dans les zones désertiques est vaste et reste à explorer.

Description botanique

Thérophyte propre aux déserts, *P. acutifolius* se distingue facilement des autres espèces de haricots par sa germination épigée, ses feuilles primaires sessiles, ses folioles en losange pointu, ses pseudo-grappes (deux à quatre rameaux fructifères), ses petites fleurs roses (ou blanches dans certains cultivars), avec des bractéoles très petites et triangulaires et des gousses à suture marquée comprenant de cinq à dix ovules. L'autogamie paraît être dominante. On reconnaît deux formes sauvages: var. *acutifolius* à folioles en losange et var. *tenuifolius* à folioles linéaires, parfois sagittés. On trouve sporadiquement une troisième forme sauvage aux folioles falciformes qui, par ses caractéristiques blastogéniques différentes de la variété *tenuifolius* et une certaine incompatibilité aux croisements, pourrait être considérée comme une espèce à part (*P. parvifolius*).

La forme cultivée, comme les formes sauvages, sont à cycle court, fleurissent de 27 à 40 jours après la germination et mûrissent au bout de 60 à 80 jours. Les plants sèchent complètement (sauf *P. parvifolius*). Dans les formes sauvages, la dispersion des graines dans un rayon de 3 m se fait par une déhiscence violente des gousses. Dans certains cultivars, il existe une brève latence d'un mois après récolte. Les graines des plants sauvages germent grâce à l'imbibition due aux fortes pluies du désert de l'année suivante, mais seulement dans une certaine proportion, et la germination s'échelonne sur trois ans.

Ecologie et phytogéographie

La forme cultivée se rencontre depuis 50 m jusqu'à 1 920 m au-dessus du niveau de la mer. Elle demande des précipitations de 250 à 300 mm par an, bien qu'au Mexique elle se cultive avec des précipitations allant de 150 mm (Sonora) à

750 mm (Campeche). Pendant la période végétative, la température diurne peut atteindre 20 à 32 °C. La plante pousse dans des sols d'un pH de 6,7 à 7,1, sableux, limoneux, parfois organiques, et bien drainés.

Il existe une spécialisation écologique dans ses formes sauvages: la variété *acutifolius* d'Arizona, du Nouveau-Mexique, de la Basse Californie, de Sonora, de Chihuahua, du Durango, de Silanoa et de Jalisco occupe des habitats mi-ensoleillés sous les acacias, en bordure de ruisseaux ou de petites rivières, tandis que la variété *tenuifolius* colonise les versants ensoleillés où l'on trouve cactacées et arbustes épineux en Arizona, au Nouveau-Mexique, en Basse Californie, à Sonora, Chihuahua, Durango, Silanoa, Nayarit, Jalisco, Querétaro, Michoacán, Guerrero, Oaxaca et Jalapa. La forme cultivée est un héliophyte qui possède des mécanismes de tolérance à l'excès de soleil.

Diversité génétique

En comparaison avec le haricot commun, la variabilité de la graine est moindre. Il existe essentiellement deux formes: l'une aux grains assez petits, arrondis, blancs ou noirs; l'autre aux grains anguleux, rhomboédriques, de plus grande taille, blancs, blanc verdâtre, gris, bai, jaune foncé, acajou, noirs ou tachés de violet ou de brun. Le poids moyen de 100 graines pour le tépari cultivé varie entre 10 et 20 g, mais pour le sauvage entre 2 et 5 g. On a cité deux cultivars: un blanc (Redfield) et l'autre jaune foncé, résultats d'une sélection massale. Bien que le matériel cultivé et le matériel sauvage n'aient pas d'habitat déterminé, l'environnement désertique est obligatoire. Tandis que les formes sauvages sont généralement grimpantes avec peu de branches mères (de 2 à 4 m de long), il existe deux groupes parmi les matériels cultivés: des indéterminés arbustifs à branches courtes et des indéterminés rampants à branches longues, volubiles s'ils trouvent un support. L'auteur ne connaît qu'une forme «échappée». Le patrimoine génétique secondaire est peu connu; le haricot commun peut être considéré comme appartenant au patrimoine tertiaire.

Il semble qu'on ait abandonné la culture d'un bon nombre de cultivars dont on avait fait des collections, surtout au Mexique. Il paraît peu probable qu'on puisse rencontrer beaucoup plus de formes cultivées, mais il serait utile de réexaminer la partie sud de la distribution. Cet examen est un exemple de programme de collecte de matériel génétique tel que ceux qui ont permis de sauver une bonne partie de la diversité de l'espèce. Les deux formes sauvages représentent la plus grande source de variation pour l'amélioration future de l'espèce. Comme certaines populations sont menacées par le surpâturage, il serait souhaitable de collecter du plasma germinatif depuis Nayarit jusqu'à Jalapa.

Pratiques culturales

Dans la partie sud de sa distribution, les communautés paysannes ont conservé *P. acutifolius* surtout pour sa précocité et la modicité de ses besoins. On sème cette espèce au bord des champs de maïs, au début des pluies pour obtenir le haricot vert, à la fin des pluies pour obtenir la graine, et à presque n'importe quelle époque dans les jardins autour des maisons. Dans la partie nord de sa distribution (sud-ouest des Etats-Unis, nord-ouest du Mexique), on le sème en temps de pluie dans de petits champs dont la topographie est favorable ou au bord des ruisseaux, généralement seul ou avec quelques courges et mauvaises herbes tolérées. Après la première averse, on met en jachère; après la deuxième, on sème en rangées ou à la volée. On arrache les plants lorsqu'ils arrivent à maturité et on les laisse sécher sur le sol. Une semaine après, on les foule sur une surface propre et on recueille le grain que l'on vanne. On le conserve ensuite dans des paniers ou des pots en terre (aujourd'hui dans des boîtes en fer blanc ou

des poches en plastique), ce qui maintient son pouvoir germinatif pendant trois ans. A Campeche, pour garder la semence, on fait des paquets avec les gousses sans les ouvrir et on les met au contact de la fumée du foyer.

Les rendements sont de 200 à 900 kg par hectare, avec de grandes variations dues à la densité du semis et à la pluviosité; avec des engrais, on obtient de 1 000 à 2 000 kg par hectare et on a même eu des récoltes atteignant 4 tonnes par hectare.

Perspectives d'amélioration

Le tépari est considéré comme une espèce utile pour l'amélioration du haricot commun (il n'est pas attaqué par la nielle ou charbon, *Xanthomonas phaseoli*), mais on n'a pas mené à bien de programmes d'amélioration du tépari lui-même. A la différence de beaucoup de légumes, il a un rendement acceptable avec moins de 400 mm de précipitations annuelles. La petite taille des grains pourrait être corrigée par l'amélioration de l'espèce; on pourrait aussi augmenter la variabilité des couleurs et des formes des grains. On observe une hétérosis marquée quand on croise des lignées, et il est possible de produire un tépari hybride (il faudrait déterminer si le patrimoine secondaire permettrait d'augmenter la capacité d'attraction des insectes par la fleur[1]). Certaines populations sont sensibles à la rouille, à l'oïdium, à la nielle, au pourrissement des racines, aux mineuses de feuilles, au petit perroquet vert, etc. Certaines lignées présentent des niveaux bons ou excellents de tolérance à ces parasites ou maladies. En culture, le plasma germinatif s'est montré vulnérable aux basses températures, à l'acidité, à la toxicité aluminique et à la mosaïque commune.

Son potentiel d'introduction dans les zones désertiques (tropiques américains, Sahel, Proche-Orient, Inde) est important mais n'a pas été exploité. Ainsi, en juillet 1985, l'auteur a envoyé à Chincha au Pérou, pour évaluation, une petite pépinière de semences de tépari. En 1989, l'un des téparis se vendait déjà sous le nom de cuarenteno à Chiclayo. Il y a de nombreuses régions où l'on n'a pas non plus profité de son utilisation comme plante de couverture ou comme culture intercalée avec le mil (*Pennisetum* sp.), le figuier de Barbarie (*Opuntia* sp.), l'acacia (*Prosopis* sp.) et le jojoba (*Simmondsia* sp.) pour l'alimentation humaine ou animale. Il serait possible de l'utiliser comme culture d'après récolte lorsque les températures sont encore favorables et que l'humidité résiduelle est faible. Une des principales raisons de promouvoir la culture du tépari est de limiter l'utilisation de l'eau dans les zones subdésertiques.

La recherche devrait s'orienter vers l'augmentation de la collecte de plasma germinatif; la distribution aux agriculteurs de semences provenant de banques de gènes; la transmission, dans le cadre de la vulgarisation agricole, d'informations sur le potentiel de culture du tépari dans les zones arides; le lancement de projets d'amélioration de la graine; le développement de technologies alimentaires adaptées aux légumes (par exemple, la transformation industrielle des protéines) qui libérerait l'agriculteur des exigences du marché; enfin, la promotion des informations sur les modes de consommation afin de revaloriser l'emploi de ce légume.

Phaseolus lunatus

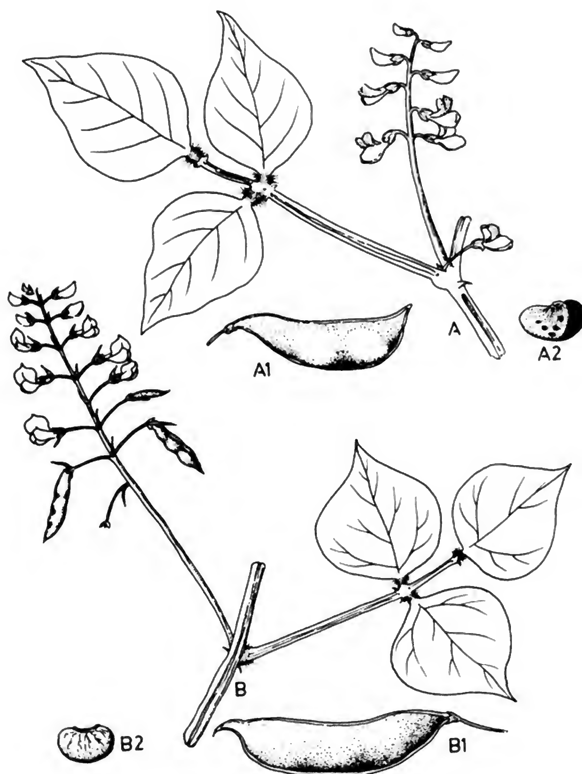
Nom botanique: *Phaseolus lunatus* L.
Famille: fabacées

Il existe deux patrimoines génétiques domestiqués à partir de deux formes sauvages distinctes et avec des morphotypes de graines différentes.

[1]On n'a pas enregistré chez *P. acutifolius* d'androstérilité phytoplasmique ni d'agents rétablissant la fécondité.

FIGURE 4

Haricots: A. *Phaseolus lunatus*; A1. légume; A2. graine; B. *P. polyanthus*; B1. légume; B2. graine



Noms communs des cultivars à petite graine (de 24 à 70 g pour 100 graines). *Français:* pois souche (Haïti); *maya:* ib (Mexique [Yucatán]); patashete (Mexique [Chiapas]); ixtapacal (Guatemala [Suchitepéquez]); *espagnol:* sieva, comba (Colombie [Guerrero]), furuna (Mexique [Jalapa]), chilipuca (El Salvador), kedeba (Costa Rica), frijol caballero (Cuba), haba (Porto Rico, Panama), carauta (Colombie [Atlantique]), frijol de año (Colombie [Tolima]), guaracaro (Venezuela)

Le groupe caraïbe est constitué par des matériels à graines petites et rondes réparties dans cette zone.

Noms communs des cultivars à grande graine (de 54 à 280 g pour 100 graines). *Français:* haricot de Lima; *espagnol:* lima (en raison de sa provenance de la côte du Pérou), torta (Colombie [Nariño, Huila], Equateur [Imbabura, Azuay, Loja]), layo (Pérou [Cajamarca]), pallar (Pérou [Lambayeque, La Libertad, Lima, Ica et certaines parties de la montagne]), palato (Bolivie [Chuquisaca]), poroto manteca (Argentine)

Les découvertes archéologiques d'Ancash, au Pérou, indiquent que l'espèce à grande graine est l'une des premières cultivées (depuis 8 000 ans), après *Lagenaria siceraria*, tandis que l'ancienneté des matériels à petite graine d'Amérique centrale n'est que de 1 200 ans. Les matériels à grande graine apparaissent sur la côte du Pérou il y a 5 000 ans, époque à laquelle ils avaient une grande valeur alimentaire et culturale, en particulier pour les Moches et les Nazcas. La distribution de la forme sauvage dans la montagne du nord (l'essai par électrophorèse indique que c'est l'ancêtre du patrimoine andin) permet de suggérer une domestication dans cette zone et sa distribution ultérieure aussi bien vers les parties hautes de l'Equateur et de la Colombie que vers la côte péruvienne et d'autres parties hautes du Pérou et de la Bolivie. Aujourd'hui, on consomme surtout le grain vert. Sur la côte péruvienne, on prépare à partir du grain sec un dessert, le dulce de pallar. La valeur esthétique des grains en a permis l'emploi pour des jeux dans les communautés paysannes. Les cultivars à petite graine ont été domestiqués à partir d'une forme sauvage, peut-être en Amérique centrale et à des époques plus récentes. Les grains sont consommés secs (les Mayas d'aujourd'hui les préfèrent frits) ou verts. En Asie, on consomme les plantules ou les jeunes feuilles. A Madagascar, on les utilise pour le fourrage.

Parmi les causes de la marginalisation actuelle de *P. lunatus*, mis à part l'abandon de l'alimentation traditionnelle dû à l'exode rural et au changement des habitudes paysannes, on signale la présence d'un glucoside cyanogène, qui dans certains cultivars, en raison de l'oubli des pratiques de détoxication, peut provoquer des intoxications. L'uniformisation de la consommation de légumes (quelques variétés de haricots communs ou de pois à vache) a été préjuciable au haricot de Lima à cause de la présence de ce glucoside. Les cultivars à petite graine, surtout sous irrigation, souffrent de la concurrence du soja (parfois aussi du pois à vache à cause du prix). Dans les Andes péruviennes, les haricots du Pérou subissent une forte concurrence de la part du sarandajo (*Lablab purpureus* L. Sweet), introduit et résistant au charançon, ainsi que du pois cajan (*Cajanus cajan* L. Mills), introduit et plus tolérant à la sécheresse.

Description botanique

P. lunatus est une espèce pluriannuelle (sauf quelques cultivars modernes) à germination épigée et racine fibreuse; ses formes ancestrales proviennent de forêts tropicales de feuillus caducs de faible ou moyenne altitude. Elle se distingue facilement par ses graines en forme de demi-lune

(à l'exception d'un groupe de cultivars à graine sphérique des Caraïbes), rayées à partir du hile; ses folioles deltoïdes, ses pseudo-grappes de 4 à 12 rameaux fructifères, ses petites fleurs à étendard verdâtre (Amérique centrale) ou brun (Andes), ses bractéoles très petites et ses gousses aplaties, falciformes, avec trois à six ovules. Les deux formes sauvages présentent des différences marquées mais ne permettent pas de justifier un traitement taxonomique différencié en raison de l'introgression importante entre leurs patrimoines génétiques. C'est une espèce autogame à stigmate introrse, mais la pollinisation croisée peut dépasser 32 pour cent.

Les génotypes les plus précoces fleurissent 35 jours après le semis et complètent leur cycle en 100 jours environ. D'autres peuvent avoir deux cycles de floraison par an selon la répartition des pluies. Dans les zones arides, les plants repoussent à partir de la base de la tige avec le retour des pluies. Dans la majorité des variétés traditionnelles, les tiges sont longues (de 3 à 6 m), indéterminées, rampantes (et par conséquent utiles comme couvre-sol) ou grimpantes. Les racines fibreuses peuvent atteindre plusieurs mètres, en cas de sols filtrants avec humidité profonde (Yucatán, côte du Pérou), donnant à la plante une grande vigueur végétative (supérieure à celle du maïs) et une survie pouvant atteindre quatre ans. Dans les populations sauvages, la dispersion de la graine se produit par déhiscence explosive des gousses.

Ecologie et phytogéographie

Sans qu'elle soit stricte, il existe un certain modèle de distribution des formes. La forme sauvage à petite graine se rencontre depuis Sinaloa au Mexique jusqu'à Salta en Argentine, généralement endessous de 1 600 m. Les cultivars à petite graine poussent souvent à altitude plus basse dans la zone pacifique de l'Amérique centrale, depuis l'Arizona aux Etats-Unis jusqu'au Chocó dans la Cordillère occidentale de Colombie et à la côte équatorienne, et depuis le Yucatán jusqu'à la Colombie et au Venezuela, ainsi que dans les Antilles. Cette forme existe aussi dans le nord-est du Brésil et à Formosa (Argentine). La forme sauvage de plus grande taille se rencontre en Equateur et dans le nord du Pérou entre 320 et 2 030 m. Les cultivars à grande graine sont répartis au Pérou entre 50 et 2 750 m et dans les vallées hautes de Chuquisaca et Cochabamba en Bolivie. Curieusement, certains existent aussi dans le sud du Brésil.

P. lunatus est une espèce généralement rustique, qui préfère les climats secs et les sols profonds (pH de 6 à 7,2) et bien drainés. S'il est certain que quelques formes tolèrent bien le climat tropical de basse altitude, il faut mentionner l'étendue exceptionnelle de la distribution en altitude, particulièrement au Pérou, où certaines formes résistent aux basses températures (voir tableau 3). *P. lunatus* est une espèce héliophyte, aussi bien cultivée que sauvage.

Diversité génétique

La variabilité interspécifique de *P. lunatus* est importante en particulier dans les groupes de variétés Siva et Gran Lima et l'est moins dans le groupe caraïbe. Il existe divers cultivars commerciaux, surtout en Californie (par exemple, Henderson et Fordhook) et pour la consommation familiale (grain vert en salade) aux Etats-Unis. Des parents de la forme sauvage andine sont *P. augusti* Harms, *P. bolivianus* Piper et *P. pachyrrhizoides* Harms. Parmi les espèces cultivées, c'est cette dernière qui possède le patrimoine secondaire le plus vaste.

Il existe de nombreuses banques de gènes, surtout à Pullman aux Etats-Unis (USDA), à Chapingo au Mexique (INIFAP), à Palmira en Colombie (CIAT). On a recueilli du plasma germinatif pour sauver le matériel traditionnel cultivé dans diverses régions du tropique américain, où la disparition de certaines variétés a été rapide.

On pourrait aussi en recueillir avec profit dans certaines parties de la péninsule du Yucatán, au nord de la Colombie, à San Martín au Pérou et au Paraguay. Pour le matériel sauvage (surtout de la forme à petite graine), beaucoup de régions et plusieurs pays n'ont pas encore fait l'objet d'échantillonnage: Tamaulipas, Sinaloa, Michoacán, Oaxaca, Chiapas, Petén au Mexique, El Salvador, le Nicaragua, le Panama, le Venezuela et l'est de la Bolivie.

Pratiques culturales

Dans les zones néotropicales d'Amérique, il est très courant de rencontrer de un à cinq plants de *P. lunatus* dans les jardins familiaux et les petites parcelles, puisque les maîtresses de maison ont l'habitude de mettre quelques grains verts dans la soupe. Au Yucatán maya, on sème traditionnellement dans le cadre du système d'essartage-jachère-brûlis, avec le maïs, le buul (*P. vulgaris*) et les courges. Sur la côte de Colombie, le carauta se rencontre dans les champs avec le maïs, le manioc et le pois cajan. Sur la côte du Pérou, il était fréquent de le rencontrer semé à la volée sur les berges des torrents où l'on profitait des eaux de crue. Des pratiques analogues ont pu exister dans la vallée de ceinture en Bolivie avant l'introduction de la vigne. Aujourd'hui, à Chincha au Pérou, on le sème comme monoculture commerciale (graines blanches) sur des billons irrigués. Dans de nombreux points de la montagne andine (dans les vallées interandines arides à 2 000 m de Nariño en Colombie, à Imbabura et Azuay en Equateur et à Cajamarca au Pérou), on le voit souvent pousser sur de vieux murs séparant les parcelles et les chemins ou sur des éboulements et des pentes. Les paysans profitent ainsi des espaces de moindre valeur. Dans d'autres parties de la montagne du Pérou (Cajamarca, La Libertad), on sème les types Gran Lima en bordure des fermes. Dans certains lieux, les plants se comportent comme s'ils avaient poussé spontanément et se croisent avec les formes sauvages qui existent aux alentours (par exemple, à Succhubamba, à Cajamarca).

Du fait qu'on sème le haricot de façon pratiquement individuelle dans beaucoup de potagers privés, il est difficile de donner des chiffres de rendement par superficie; de plus, les récoltes périodiques compliquent l'évaluation. On a enregistré pour des formes arbustives des rendements de 2 000 kg par hectare et pour des variétés grimpantes de plus de 3 000 kg par hectare.

Perspectives d'amélioration

Parmi les espèces cultivées, *P. lunatus* rivalise avec *P. coccineus* pour l'importance de son patrimoine génétique (primaire et secondaire) et sa différenciation très précoce (conditions d'un progrès génétique); il présente un bon taux d'allogamie et on a rencontré de l'hétérosis; il y a donc de bonnes perspectives d'amélioration. Son entrée en production assez tardive, ainsi que l'importante production des formes indéterminées grimpantes, peut être compensée par l'exploitation de formes arbustives plus précoces. Il existe une grande variation dans la teneur en glucosides de la graine et le potentiel d'amélioration à l'aide de types à moins de 5 ppm, sans corrélation avec la couleur du tégument. L'évaluation des cultivars pour déterminer la teneur en glucosides permettra d'introduire de nombreux matériels dans les zones traditionnelles de culture et de consommation. Leur rusticité et leur importante production peuvent constituer des avantages lorsque les conditions sont telles que d'autres légumes ne prospèrent pas. La valeur esthétique des variétés Gran Lima pourrait de nouveau être prise en compte dans le développement de l'artisanat (utile dans les parties retirées des Andes). Retrouver les plats et les utilisations traditionnels (par exemple pour les jeux) contribuerait aussi à promouvoir la culture. La sélection de variétés résistantes au charançon (*Acanthoscelides* sp.) et à l'apion (*Apion*

sp.), en particulier le Gran Lima, et de formes arbustives à plus grande diversité de graines (couleur, forme) ainsi que l'étude de techniques de production (intercalée, semis sur les pentes, etc.) peuvent être citées comme priorités de recherche.

Phaseolus polyanthus

Nom botanique: *Phaseolus polyanthus* Greenman
Famille: fabacées
Noms communs. *Français:* haricot cacha; *espagnol:* botil (Mexique [Chiapas]), piloya (Guatemala [Chimaltenango]), dzich (Guatemala [San Marcos]), piligüe (Guatemala [Alta Verapaz]), petaco (Colombie [Antioquía et région occidentale]), cacha (Colombie [Cauca, Huila et région méridionale]), matatropa (Colombie [Huila]), toda la vida (Equateur, région septentrionale du Pérou)

Le taxon *P. polyanthus* a été reconnu récemment suite à l'identification de ses formes ancestrales. On n'a pas de signes de ce légume dans les gisements archéologiques, bien que les graines rencontrées aient été longuement analysées. Les conditions écologiques dans lesquelles pousse cette espèce n'ont peut-être pas été favorables à sa conservation. On a signalé que cette culture a dû être très ancienne au Mexique. Comparé aux formes sauvages et aux autres espèces, *P. polyanthus* est moins évolué, ce qui semble tenir à une domestication plus récente.

P. polyanthus a été très souvent cultivé en association avec le maïs, les courges et deux espèces de haricots (*P. coccineus* et *P. vulgaris*) dans des régions d'Amérique centrale à climat humide et d'altitude intermédiaire. Comme le haricot d'Espagne, cette culture a été réduite dans de nombreuses parties de l'Amérique centrale par la modification du système traditionnel du champ de maïs. Si le paysan doit abandonner la culture d'une espèce de haricot, il conserve le haricot commun, dont il tire généralement un meilleur prix. Entre autres causes de sa marginalisation, on peut mentionner l'extension des plantations de café ou de l'élevage sur sa zone de culture. Avec l'augmentation de leur revenu, les paysans ont eu tendance à abandonner la consommation de ce légume. Traditionnellement, on préfère le grain vert au grain sec(plus digeste et au tégument plus tendre) lorsque la gousse arrive à maturité physiologique; on le consomme en soupe, en ragoût ou même en dessert (Amazonie).

Description botanique

On ne connaît que des formes pluriannuelles de *P. polyanthus* qui peuvent vivre entre deux et quatre ans; dans les régions plus arides (par exemple l'ouest de Cajamarca au Pérou), cette espèce a tendance à se comporter comme une annuelle. Elle se distingue facilement des autres espèces par sa germination épigée, ses racines fibreuses, fasciculées, ses inflorescences avec 6 à 16 rameaux fructifères, ses bractées primaires et ses bractéoles allongées et étroites (donnant à la pseudo-grappe l'aspect d'un épi), ses fleurs blanches ou lilas (ou rose-violet dans la forme sauvage) et son stigmate terminal. Sa graine (de 70 à 100 g pour 100 graines et de 16 à 25 g pour les formes sauvages) présente un hile important et elliptique, avec un parahile souvent fracturé.

Ecologie et phytogéographie

P. polyanthus se répartit entre des altitudes intermédiaires (de 800 à 2 600 m) sous des climats frais et humides avec une période sèche par an (voir tableau 3); elle présente une longue floraison (de deux à cinq mois) et peut avoir jusqu'à deux périodes de floraison et de fructification par an si la saison des pluies est marquée (Colombie, Venezuela). Elle préfère les sols profonds, organiques, humides, filtrants, avec un pH de 6,2 à 6,5, et tolère une certaine ombre.

La forme cultivée se rencontre à Puebla, Veracruz, Oaxaca et Chiapas (Mexique). Au Guatemala, on peut la voir à Huehuetenango, San Marcos, Quezaltenango, Totonicapán, Verapaz basse et haute, Sololá, Chimaltenango et Sacatepéquez. Elle se répartit aussi dans les parties hautes des Caraïbes (Jamaïque, République dominicaine) et du Costa Rica. En Amérique du Sud, on la cultive et on la rencontre dans des végétations secondaires et même boisées depuis Mérida au Venezuela jusqu'à Apurimac au Pérou, ainsi que et dans les cordillères occidentales et orientales de Colombie (les petaqueras d'Antioquía), en Equateur (Azuay, Pichincha, Tungurahua) et au nord du Pérou (Cajamarca, Amazonie, Junín). Jusqu'à maintenant, on n'a rencontré la forme sauvage que dans la partie centre-ouest du Guatemala, où c'est une liane qui pousse dans la forêt humide de montagne à basse altitude; on n'écarte pas la possibilité qu'elle apparaisse aussi dans la zone montagneuse qui forme la limite entre Jalisco et Michoacán au Mexique.

Diversité génétique

L'espèce *P. polyanthus* est considérée comme la moins évoluée des espèces cultivées de *Phaseolus*; elle devrait donc avoir un plus grand potentiel d'évolution future. On observe peu de variantes phénotypiques (uniquement la croissance indéterminée grimpante), même dans les graines. L'espèce présente normalement des graines jaune-orangé, mais il apparaît d'autres couleurs: rouge-marron, bai, noir et blanc crème; les graines de cette dernière couleur ont été rencontrées par l'auteur en Amazonie, en Colombie et à Loja en Equateur; *P. polyanthus* peut avoir un potentiel de culture commerciale dans le nord du Pérou et concurrencer les caballeros (*P. vulgaris* à graine blanche, ronde et grande), qui ne réussissent pas dans les zones humides. On voit plus de variantes de graines là où il existe des hybrides naturels avec *P. coccineus* (par exemple à Putumayo en Colombie) et *P. vulgaris* (par exemple à Tolima en Colombie); là, on trouve des couleurs combinées avec le violet, le brun, etc. Il ne paraît pas y avoir jusqu'à maintenant de cultivars dûment enregistrés.

Il est évident qu'en raison de l'introgression naturelle entre les espèces, *P. coccineus*, *P. polyanthus* et *P. vulgaris* sont génétiquement voisines; pourtant, chacune d'elles provient d'une forme ancestrale différente et individualisée. La raison de cette parenté devrait se trouver dans l'origine des formes ancestrales. D'autres espèces du complexe de *P. coccineus* peuvent aussi être considérées comme proches; le patrimoine génétique de *P. polyanthus* est donc vaste.

Une évaluation exacte de l'érosion génétique dans cette espèce est difficile: dans certaines parties du Guatemala (San Marcos, Chimaltenango) et du Costa Rica, où le système de culture traditionnel du maïs a été modifié, certains génotypes disparaissent; dans d'autres (Cauca, Tolima et Amazonie en Colombie; Junín au Pérou), il semble que l'espèce s'étende en végétations rudérales car les paysans jettent les graines au bord des chemins, des plantations, etc. Un agriculteur de Huila (Colombie) a indiqué que c'était le premier grain que l'on semait dans le système d'essartage-jachère-brûlis des Páez. La rusticité de l'espèce en atmosphère humide assure l'alimentation lorsque la récolte de maïs est insuffisante et explique sa présence fréquente dans les forêts secondaires de Colombie, de l'Equateur et du nord du Pérou. Il est encore plus difficile d'apprécier l'érosion puisqu'il s'agit d'une espèce de préférence allogame (encore qu'on ne connaisse pas bien la variation locale de cette allogamie). Il paraît cependant utile d'étudier l'évolution du matériel natif dans ses zones de culture traditionnelle au Mexique et au Guatemala et, lorsqu'il y a lieu, de recueillir du plasma germinatif. Dans la partie sud de la distribution, où elle paraît présenter moins de variations et d'érosion,

TABLEAU 3 Espèces cultivées de *Phaseolus:* altitude, température diurne, précipitations annuelles moyennes, durée du cycle de croissance du début à la fin de la récolte, et potentiel de rendement dans les zones tropicales

Espèce	Altitude *(m)*	Température *(°C)*	Précipitations *(mm/an)*	Cycle de croissance *(jours)*	Rendement *(kg/ha)*
P. coccineus	1 400 - 2 800	12 - 22	400 - 2 600	90 - 365	400 - 4 000
P. acutifolius	50 - 1 900	20 - 32	200 - 400	60 - 110	400 - 2 000
P. lunatus	50 - 2 800	16 - 26	0 - 2 800	90 - 365	400 - 5 000
P. polyanthus	800 - 2 600	14 - 24	1 000 - 2 600	110 - 365	300 - 3 500
P. vulgaris	50 - 3 000	14 - 26	400 - 1 600	70 - 330	400 - 5 000

la collecte ne serait pas urgente. Tout autre est la situation en ce qui concerne la forme ancestrale sauvage: sa zone de distribution au centre-ouest du Guatemala est menacée par l'urbanisation et l'agriculture (on abat la forêt primaire où elle pousse pour installer des plantations de café). Il est urgent de compléter la collecte de matériel génétique et de s'assurer qu'au moins quelques populations soient incluses dans le périmètre des parcs naturels (conservation *in situ*). Cette méthode devrait également être envisagée pour les rares lieux où il y a introgression naturelle.

Il existe des collections de cette espèce surtout à Chapingo au Mexique (INIFAP), à Chimaltenango au Guatemala (ICTA), à La Molina au Pérou (INIAA) et à Pullman aux Etats-Unis (USDA). La collection la plus importante est celle du CIAT (à Palmira en Colombie).

Pratiques culturales

La majeure partie des pratiques de culture mentionnées pour le haricot d'Espagne dans les zones humides d'altitude d'Amérique centrale s'appliquent aussi au haricot cacha. Bien qu'on le sème mélangé au haricot d'Espagne, il entre souvent en maturation un peu plus tôt; la récolte indépendante (surtout pour la consommation en vert) est possible, mais ne se pratique pas toujours. Dans les Andes, il est fréquent de le voir dans les enclos ou dans les potagers familiaux où il pousse sans soins particuliers.

Perspectives d'amélioration

Un facteur limitant paraît être la moindre disgestibilité que l'on a constatée dans certaines zones (Amazonie). L'étude des pratiques actuelles de consommation dans les communautés paysannes doit être considérée comme prioritaire avant d'aborder la recherche de sa qualité nutritive. Il faut tenir compte du fait que jusqu'à un passé très récent, ces haricots étaient consommés plusieurs fois par semaine. Le manque de variation de couleur de la graine est un problème qui pourrait se corriger en partie par la distribution de matériel génétique provenant de collections et par des collectes supplémentaires, en particulier là où il y a introgression avec *P. coccineus* et *P. vulgaris*. La variation des couleurs, des types de graines et des habitudes de pousse pourrait être obtenue au travers de programmes de croisement en exploitant le patrimoine génétique primaire et secondaire de *P. polyanthus*. L'évaluation en est encore à ses débuts et représente une priorité de la recherche agricole. Elle serait très utile, puisqu'on connaît les caractères de résistance qu'offre cette espèce face à diverses maladies et parasites comme *Asochyta* sp. (dans les parties fraîches et humides des Andes) et *Ophiomyia phaseoli* (en

Afrique orientale), respectivement. Il existe des génotypes prêts à être confiés à l'agriculteur, précisément là où les conditions sont mauvaises pour le haricot commun. On pourrait préconiser la consommation en vert et développer des recettes pour améliorer la conservation du grain vert; on pourrait également favoriser sa culture dans les potagers familiaux. Puisque la plante est appréciée du bétail, on pourrait envisager sa culture en association avec le maïs. Dans les contextes d'agrosylviculture (jeunes plantations ou haies vives contre l'érosion), c'est peut-être la meilleure espèce de haricot. On pourrait de même reconsidérer son rôle dans les plantations de caféiers (valeur fertilisante, protection du sol).

Conclusion

Le haricot a été domestiqué à une époque où, évidemment, on ne disposait pas des connaissances actuelles en génétique moléculaire et en science de la nutrition pour la sélection du matériel ayant le plus grand potentiel évolutif et nutritionnel. Outre le haricot commun, on a domestiqué quatre espèces qui se sont maintenues pendant des milliers d'années. On ne sait pas si la réussite initiale du haricot commun a été due à son plus grand potentiel évolutif par rapport aux autres espèces ou à des circonstances particulières qui ont provoqué sa domestication. On ne connaît pas non plus toutes les raisons qui expliquent sa promotion pendant les 200 ans qui ont suivi 1492. Par conséquent, le plasma germinatif recueilli pour ces espèces au cours des 60 dernières années et les informations qui s'y rapportent sont peut-être peu nombreux par rapport à ce qui a dû exister avant la conquête. Ce que l'on a pu récupérer est cependant surprenant et prometteur. Malgré tous les changements intervenus dans le haricot commun depuis le 15[e] siècle, il a été difficile de modifier son écologie de façon radicale, et les altérations que cette dernière a pu subir ont eu des répercussions négatives sur le rendement de l'espèce. Ne faudrait-il pas donner véritablement leur chance aux haricots oubliés?

Bibliographie

Baudin, J.P. 1981. L'amélioration du haricot de Lima (*Phaseolus lunatus* L.) en vue de l'intensification de sa culture en régions tropicales de basse altitude. Faculté des Sciences Agronomiques de l'Etat, Gembloux, Belgique. (Thèse)

Debouck, D.G. 1989. Early beans (*Phaseolus vulgaris* L. and *P. lunatus* L.) domesticated for their aesthetic value? *Ann. Rept. Bean Improvement Coop.* 32: 62-63.

Debouck, D.G. 1991. Systematics and morphology. *In* A. van Schoonhoven et O. Voysest, éds. *Common beans: research for crop improvement*, p. 55-118. Wallingford, Royaume-Uni, CAB International.

Debouck, D.G., Liñán Jara, J.H., Campana Sierra, A. & De la Cruz Rojas, J.H. 1987. Observations on the domestication of *Phaseolus lunatus* L. *FAO/IBPGR Plant Genet. Resour. Newsl.*, 70: 26-32.

Debouck, D.G., Maquet, A. & Posso, C.E. 1989. Biochemical evidence for two different gene pools in lima beans, *Phaseolus lunatus* L. *Ann. Rept. Bean Improvement Coop.*, 32: 58-59.

Delgado Salinas, A. 1985. *Systematics of the genus* Phaseolus (Leguminosae) *in North and Central America*. University of Texas, Austin, Texas, Etats-Unis. (Thèse)

Delgado Salinas, A. 1988. Variation, taxonomy, domestication and germplasm potentialities in *Phaseolus coccineus*. *In* P. Gepts, éd. *Genetic resources of Phaseolus beans*, p. 441-463. Dordrecht, Pays-Bas, Kluwer Academic Pub.

Hernández X.E., Miranda Colín, S. & Prywer, C. 1959. El origen de *Phaseolus coccineus* L. darwinianus Hdz. X. & Miranda C. subespe-

cies *nova*. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.* 20(1-4): 99-121.

Hernández, X.E., Ramos, E.A. & Martínez, M.A. 1979. Etnobotánica. *In* E.M. Engleman, éd. *Contribuciones al conocimiento del fríjol en México*. p. 113-138. Chapingo, Mexique, Colegio de Postgraduados.

Kaplan, L. & Kaplan, L.N. 1988. *Phaseolus* in archaeology. *In* P. Gepts éd. *Genetic resources of* Phaseolus *beans*, p. 125-142. Drodrecht, Pays-Bas, Kluwer Academic Pub.

Katanga, K. & Baudoin, J.P. 1990. Analyses méiotiques des hybrides F1 et étude des descendances F2 chez quatre combinaisons interspécifiques avec *Phaseolus lunatus* L. *Bull. Rech. Agron.* Gembloux, Belgique, 25(2): 237-250.

Nabhan, G.P. & Felger, R.S. 1978. Teparies in southwestern North America. A biogeographical and ethnohistorical study of *Phaseolus acutifolius*. *Econ. Bot.* 32(1): 2-19.

Nabhan, G.P. & Teiwes, H. 1983. Tepary beans, O'odham farmers and desert fields. *Desert Plants*, 5(1): 15-37.

Pratt, R.C. & Nabhan, G.P. 1988. Evolution and diversity of *Phaseolus acutifolius* genetic resources. In P. Gepts éd. *Genetic resources of* Phaseolus *beans*, p. 409-440. Dordrecht, Pays-Bas, Kluwer Academic Pub.

Schmit, V. & Baudoin, J.P. 1987. Multiplication et évaluation de *Phaseolus coccineus* L. et *Phaseolus polyanthus* Greenm., deux espèces intéressantes pour l'amélioration de la productivité des légumineuses vivrières. *Bull. Rech. Agron.* Gembloux, Belgique, 22(3): 235-253.

Schmit, V. & Debouck, D.G. 1991. Observations on the origin of *Phaseolus polyanthus* Greenman. *Econ. Bot.*, 45(3): 354-364.

Courges (*Cucurbita* spp.)

L'un des groupes de plantes qui présente le plus grand nombre d'espèces utilisées dans l'alimentation humaine est la famille des cucurbitacées, dans laquelle le genre *Cucurbita* se détache comme l'un des plus importants; cinq de ses espèces – *Cucurbita argyrosperma* Huber, *C. ficifolia* Bouché, *C. moschata* (Duchesne ex Lam.) Duchesne ex Poiret, *C. maxima* Duchesne ex Poiret, et *C. pepo* L. – ont été domestiquées dans le Nouveau Monde et ont été cultivées ou au moins exploitées dans une certaine mesure, par l'homme américain durant des millénaires.

Malgré la marginalisation actuelle de quelques-unes de ces espèces, toutes ont apporté depuis des temps très reculés des produits indispensables au régime alimentaire des communautés rurales et de quelques communautés urbaines du continent américain et de nombreuses autres parties du monde. A l'exception de *C. maxima*, dont le centre d'origine se trouve en Amérique du Sud, on suppose que les quatre autres espèces cultivées ont été domestiquées en Amérique centrale, bien qu'on n'ait pas pu le vérifier dans tous les cas.

On a recueilli dans la seconde moitié des années 80 une grande quantité d'informations sur l'origine et l'évolution de ces quatre espèces. Les limites taxonomiques et génétiques de *Cucurbita argyrosperma* et *C. pepo* ont été redéfinies, et les espèces sauvages les plus proches ont été classées dans des catégories infraspécifiques à l'intérieur de ces limites. Les résultats de ces recherches ont éveillé certains doutes quant à l'origine centraméricaine de *C. ficifolia* et *C. moschata*, si souvent proposée dans de nombreuses publications.

Les auteurs de ce chapitre sont R. Lira Saade (Herbier national du Mexique, Mexico, Mexique) et S. Montes Hernández (Programme de ressources génétiques, INIFAP, CIFAP, Gto. Celaya, Guanajuato, Mexique).

Cucurbita argyrosperma

Nom botanique: *Cucurbita argyrosperma* Huber
Famille: cucurbitacées
Noms communs. *Espagnol:* calabaza, calabaza pinta, calabaza pipiana (Mexique), pipián (Mexique, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica), saquil, pipitoria (Guatemala); *anglais:* cushaw (Etats-Unis)

Origine, domestication et expansion

Cucurbita argyrosperma est l'une des espèces cultivées du genre qui a fait l'objet des études les plus approfondies ces dernières années. Elle comprend deux sous-espèces:

i) argyrosperma, qui compte quatre variétés – *argyrosperma*, *callicarpa*, *stenosperma* et *palmieri* – dont trois comprennent tous les types cultivés, tandis que la quatrième correspond à des populations spontanées du nord-ouest du Mexique généralement connues sous le nom de *Cucurbita palmieri* Bailey, L.;

ii) sororia, qui comprend des populations sauvages largement réparties du Mexique au Nicaragua, décrites à l'origine sous le nom de *C. sororia* Bailey L. Cette sous-espèce a été désignée comme l'ancêtre sauvage du groupe.

Etant donné l'âge des vestiges archéologiques rencontrés jusqu'à maintenant, on a suggéré que la domestication de *C. argyrosperma* a dû se produire dans le sud du Mexique il y a plus de 7 000 ans.

Les caractéristiques qui se sont le plus transformées au cours du processus de domestication de la ssp. *argyrosperma* ont été, comme dans les autres cultures, surtout celles relatives à son exploitation et aux préférences de l'homme: par exemple, une germination relativement uniforme; une taille réduite et une abondance de trichomes; une augmentation de taille des parties ou organes utilisés, comme les fruits et les graines; une diminution du goût amer de la pulpe. On considère que la variété *argyrosperma* est la moins spécialisée et la plus primitive du groupe et que la variété *callicarpa* est la plus récente et la plus spécialisée.

L'existence de différents degrés de variation des éléments présentant une importance alimentaire des trois variétés cultivées du complexe *argyrosperma* suggère une relation étroite avec les intérêts de l'homme.

La taille relativement grande des graines de la variété *argyrosperma* indique qu'elle a été sélectionnée principalement pour l'obtention de graines, tandis que la plus grande diversité de formes, de couleurs et de tailles des fruits et des graines des variétés *stenosperma* et *callicarpa* indique que la sélection a eu un double but: l'obtention de pulpe et de graines.

A la différence de ce qui se passe pour le reste des espèces cultivées de courges, les données relatives à la diffusion extra-américaine des variétés cultivées de *Cucurbita argyrosperma* sont très rares, et on n'est pas certain que cette espèce ait un jour été cultivée dans l'Ancien Monde ou même en dehors de sa zone générale de domestication.

En Amérique du Sud, on la cultive au Pérou et en Argentine, bien qu'il paraisse s'agir d'introductions très récentes de quelques cultivars que l'on peut situer dans la variété *callicarpa*. Aux Etats-Unis, quelques cultivars de la variété *callicarpa* se cultivent à très petite échelle à des fins alimentaires, et un cultivar de la variété *argyrosperma*, Silver Seed Gourd, se cultive occasionnellement comme curiosité horticole.

La faible diffusion de cette espèce au niveau mondial est surprenante et ses raisons inconnues.

Utilisations et valeur nutritive

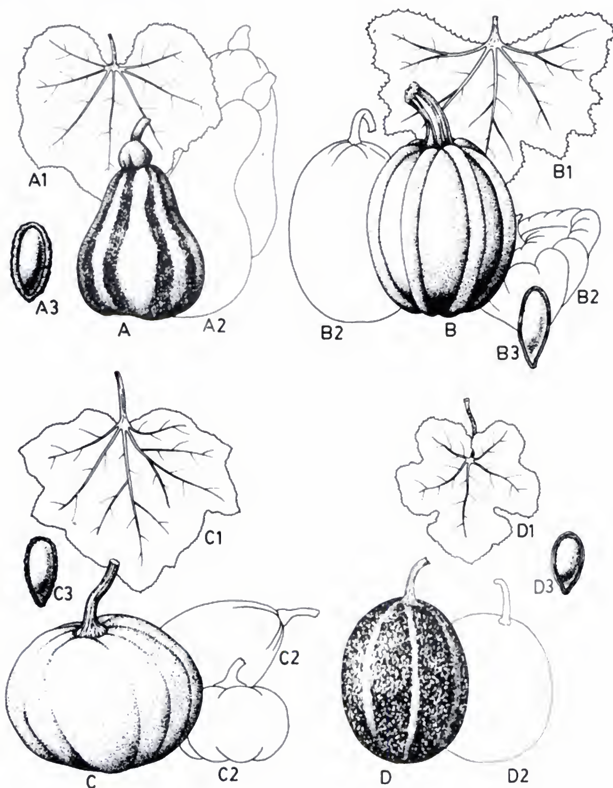
Dans toute la zone de répartition, les fleurs, les jeunes pousses, les fruits jeunes et les fruits mûrs de *C. argyrosperma* se consomment comme légume. Les fruits mûrs s'emploient parfois pour la confection de desserts, mais le plus souvent comme fourrage pour le bétail et la volaille. Les graines se consomment entières, rôties, grillées ou moulues et constituent le principal ingrédient des sauces utilisées pour la confection de différents ragoûts, par exemple pipían, mole verde, etc.

Les graines sont le produit le plus important, surtout en raison de leur forte teneur en huile (39 pour cent) et en protéines (44 pour cent), et leur consommation est assez courante dans les zones urbaines du Mexique et d'autres pays d'Amérique centrale.

Dans certaines régions du Mexique, les graines et les fruits jeunes des formes sauvages s'emploient comme aliments. On consomme les fruits après les avoir lavés et bouillis plusieurs fois, pour leur enlever le goût amer que leur donnent les cucurbitacines présentes dans la pulpe et le placenta, tandis que les graines sont seulement lavées, salées et rôties ou grillées. Dans la péninsule du Yucatán, les paysans utilisent la pulpe des fruits des variétés cultivées pour guérir les brûlures, les plaies et les éruptions dermiques, tandis que les graines sont préparées à l'eau et utilisées comme antihelminthique et pour stimuler la lactation chez les femmes.

FIGURE 5

Courges centraméricaines: A. *C. argyrosperma*; A1. feuille; A2. fruits; A3. graine; B. *C. pepo*; B1. feuille; B2. fruits; B3. graine; C. *C. moschata*; C1. feuille; C2. fruits; C3. graine; D. *C. ficifolia*; C1. feuille; D2. fruits; D3. graine



Description botanique

C. argyrosperma est une plante rampante ou grimpante, monoïque, de duveteuse à pubescente, parfois hirsute, avec des trichomes courts, rigides, un peu épaissis et piquants. Les racines sont fibreuses et les tiges légèrement anguleuses. Les feuilles présentent des pétioles ayant jusqu'à 30 cm; elles sont ovées-cordées, de 10 à 30 × 15 à 40 cm, avec des taches blanches, au nombre de trois à cinq, et lobulées, avec des lobes triangulaires à elliptiques; les bords sont denticulés à serrati-denticulés; il y a de deux à quatre vrilles ramifiées. Les fleurs sont pentamères, solitaires, axillaires. Les fleurs mâles se caractérisent ainsi: pédicelles de 10 à 20 cm; calice campanulé de 5 à 20 × 8 à 25 mm; sépales linéaires lancéolés et rarement foliacés, de 10 à 35 mm de long; corolle tubulo-campanulée, jaune à orangée, de 6 à 12 cm de long, avec cinq lobes jusqu'à un tiers de sa longueur totale; trois étamines. Les fleurs femelles présentent les caractéristiques suivantes: pédoncules robustes de 2 à 3,5 cm; ovaire sphérique, ovoïde-elliptique, botuliforme ou piriforme, multiloculaire; calice réduit et corolle un peu plus grande que pour les fleurs mâles; trois stigmates. Les fruits sont piriformes, courts ou longs et droits ou incurvés dans la partie la plus fine, de 11 à 50 cm de long; la peau est rigide, lisse et légèrement côtelée, blanche avec des bandes vertes longitudinales réticulées ou totalement blanches; la pulpe est blanche, jaune ou orangée; les graines, elliptiques et légèrement renflées, de 15 à 30 × 8 à 16 mm, ont une texture blanche, lisse et douce.

Ecologie et phytogéographie

Les trois variétés cultivées de *C. argyrosperma* se rencontrent dans un éventail d'altitudes relativement large (de 0 à 1 800 m), généralement dans des zones à climat chaud et un peu sec ou avec une saison des pluies bien délimitée. Cette espèce ne tolère pas les températures très basses, ce qui limite sa culture aux altitudes mentionnées. Chaque variété cultivée présente un modèle de distribution plus ou moins défini, encore qu'il existe quelques zones où l'on peut rencontrer deux variétés cultivées simultanément.

Au Mexique, la variété *argyrosperma* se cultive sur le versant du golfe (Tamaulipas, San Luis Potosí, Puebla, Veracruz, Tabasco, Chiapas et Yucatán). En Amérique centrale, on l'a observée au Belize, au Guatemala, au Honduras, en El Salvador, au Nicaragua, au Costa Rica et au Panama. La variété *callicarpa* se rencontre principalement sur le versant Pacifique, depuis le sud-ouest des Etats-Unis jusqu'au centre du Mexique (Sonora, Sinaloa, Chihuahua, Zacatecas, Guanajuato, Nayarit et Jalisco). La variété *stenosperma* est endémique au Mexique et se cultive dans les Etats du centre et du sud-ouest (Guerrero, Morelos, Michoacán et Oaxaca), et dans certaines zones du versant du golfe (Veracruz et Yucatán).

Diversité génétique

Limites du patrimoine génétique. La connaissance des relations génétiques de *C. argyrosperma* Huber et l'inclusion et la définition qui en découlent de formes sauvages et cultivées à l'intérieur de ses limites taxonomiques ont considérablement élargi le patrimoine génétique de l'espèce. On y inclut les races locales des variétés cultivées dans le sud-ouest des Etats-Unis, le Mexique et l'Amérique centrale, les deux formes sauvages du complexe (variétés *palmieri* et ssp. *sororia*) et, aux Etats-Unis, Green Striped Cushaw, White Cushaw, Magdalena Striped, Papago, Silver Seed Gourd, Japanese Pie, Hopi, Taos, Parral Cushaw et Veracruz Pepita.

Les expériences d'hybridation des formes appartenant à *C. argyrosperma* avec d'autres formes cultivées et sauvages du genre, et certaines observations de terrain, ont révélé que *C. moschata* est celle qui présente le plus fort degré de compatibilité avec les espèces cultivées. A un deuxième

niveau de compatibilité, on trouve les formes cultivées et sauvages de *C. pepo*, certains cultivars de *C. maxima* et l'espèce sauvage pérenne *C. foetidissima* H.B.K. Un troisième groupe est formé de *C. lundelliana* Bailey, L. et *C. martinezii* Bailey, L., avec lesquelles les croisements n'ont produit que des fruits sans graines viables. Le quatrième et dernier groupe comprend les espèces pérennes *C. pedatifolia* Bailey L., *C. digitata* Gray, A. *sensu lato* et *C. radicans* Naudin, avec lesquelles on n'a réussi à obtenir que quelques fruits, mais en général sans graines viables.

Les espèces sauvages qui ont montré un certain degré de compatibilité avec les formes du complexe *C. argyrosperma* possèdent des gènes de résistance à certaines maladies virales très fréquentes dans les espèces cultivées.

Il faudra néanmoins surmonter certains obstacles avant de mener à bien un programme d'amélioration qui inclue toutes ces formes, en raison de deux aspects relatifs aux croisements interspécifiques:

- ils n'ont pas toujours produit d'hybrides à graines viables;
- quand on a obtenu un certain succès, la plante recevant le pollen appartenait toujours au complexe *C. argyrosperma*, et, dans le cas des espèces des deux derniers groupes, il s'agissait toujours de la variété *palmieri* ou de la ssp. *sororia*.

Collections de matériel génétique. Les collections de plasma germinatif ne sont pas aussi rares pour les formes cultivées, mais elles sont très insuffisantes pour les formes sauvages; la plupart des échantillons proviennent du Mexique et sont déposés dans la Banque de gènes du CIFAP au Mexique et de l'USDA aux Etats-Unis.

Pratiques culturales

Les variétés cultivées de *Cucurbita argyrosperma* s'utilisent dans les systèmes d'agriculture traditionnelle de saison des pluies et se sèment au début de cette saison (mai-juin). La durée du développement de ces variétés est de cinq à sept mois; les fruits jeunes qui servent de légume se récoltent environ trois mois après le semis, tandis que les fruits mûrs pour la graine se récoltent entre octobre et décembre. Dans la région de Mixe, dans l'Etat d'Oaxaca, la variété *stenosperma* se cultive aussi en saison sèche dans des terrains appelés humides. Cette pratique se rencontre également dans certaines parties de l'Etat de Sonora, dans le nord-ouest du Mexique, où certains cultivars de la variété *callicarpa* peuvent être cultivés en saison sèche, mais toujours à l'aide d'irrigation, ce qui assure la production pendant toute l'année.

La seule forme de multiplication consiste à semer les graines, ce qui se fait en même temps que certaines des cultures traditionnelles de ce modèle d'agriculture (maïs, haricot et autres espèces de *Cucurbita*). Dans certaines régions du Yucatán, Quintana Roo et Oaxaca, il est fréquent que les graines de *C. argyrosperma* soient les premières à être plantées dans les champs de maïs. Le semis se fait peu avant le début des pluies et des semis des autres cultures associées.

Dans certaines localités du Yucatán, le semis se fait très tôt, dès le lendemain du brûlis traditionnel du chaume de la culture précédente, et longtemps avant les premières pluies et le semis des autres cultures associées. L'objectif est d'empêcher le développement de mauvaises herbes qui gêneraient la production des autres espèces cultivées dans le champ de maïs, en profitant de la rapidité de croissance et de couverture de cette espèce. Ce type de pratique indique que les graines de *C. argyrosperma* sont totalement adaptées dans ces régions et germent même lorsque l'humidité est faible.

A la différence des autres espèces cultivées du genre, il est moins fréquent de rencontrer des variétés du complexe *argyrosperma* dans les jar-

dins potagers ou les petites exploitations agricoles, ou de les trouver associées à d'autres espèces.

Cucurbita pepo

Nom botanique: *Cucurbita pepo* L.
Famille: cucurbitacées
Noms communs. Français: citrouille, giraumon; *espagnol:* calabaza (Mexique), güicoy (Guatemala)

Origine, domestication et expansion

Selon les observations archéologiques, *Cucurbita pepo* paraît être l'une des premières espèces domestiquées. Les vestiges les plus anciens ont été trouvés au Mexique, dans la vallée d'Oaxaca (de 8750 av. J.-C. à 700 ap. J.-C.) et dans les grottes d'Ocampo, Tamaulipas (de 7000 à 5000 av. J.-C.). Sa présence aux Etats-Unis est également très ancienne, comme l'indiquent les fouilles du Missouri (4000 av. J.-C.) et du Missisipi (1400 av. J.-C.). Cette espèce a pu être domestiquée au moins en deux occasions et dans deux régions différentes: au Mexique et dans l'est des Etats-Unis, les progéniteurs possibles étant respectivement *C. fraterna* et *C. texana*. On connaît huit groupes de cultivars comestibles de *C. pepo*:

- Pumpkin (*Cucurbita pepo* L. var. *pepo* Bailey L.) comprend des cultivars de plantes rampantes qui produisent des fruits sphériques, aplatis et arrondis ou plats aux extrémités. Les fruits de ce groupe se cultivent pour être consommés à maturité, et certains sont employés comme fourrage.
- Scallop (*C. pepo* L. var. *Clypeata* Alefeld) est habituellement subarbustive, à fruits aplatis et pratiquement discoïdaux, avec des ondulations ou des bords équatoriaux; elle se consomme à l'état immature.
- Acorn (*C. pepo* L. var. *turbinata* Paris) est une plante aussi bien arbustive que rampante, avec des fruits obovoïdes ou coniques, pointus au sommet et côtelés-cannelés longitudinalement. La peau est douce, aussi les fruits peuvent-ils être consommés à maturité.
- Crookneck (*C. pepo* L. var. *torticollia* Alefeld) est de type arbustif, à fruits jaunes, dorés ou blancs, claviformes et courbés à l'extrémité distale ou apicale et généralement à peau verruqueuse. On les consomme immatures car la peau et la pulpe durcissent à la maturité.
- Straightneck (*C. pepo* L. var. *recticollis* Paris) est une plante arbustive à fruits jaunes à dorés, à peau verruqueuse analogue à celle du groupe précédent.
- Vegetable Marrow (*C. pepo* L. var. *fastigata* Paris) peut être aussi bien rampante que subarbustive. Ses fruits sont courts et cylindriques, légèrement plus larges au sommet, avec une peau lisse qui durcit et s'épaissit à maturité et dont la couleur varie du crème au vert foncé.
- Cocozzelle (*C. pepo* L. var. *longa* Paris) a des fruits cylindriques allongés, minces et légèrement bulbeux au sommet; on les consomme à l'état immature.
- Zucchini (*C. pepo* L. var. *cylindrica* Paris) constitue le groupe de cultivars commerciaux le plus courant actuellement. Comme le précédent, le groupe Zucchini a beaucoup d'affinités avec le groupe Vegetable Marrow, et son origine est également récente (19e siècle). La plante, généralement subarbustive, porte des fruits cylindriques, pas ou très peu élargis au sommet, qui se consomment comme légume à l'état immature.

Quant aux cultivars traditionnels, il est courant que, dans un simple champ, les paysans centraméricains fassent pousser toute une gamme de cultivars de caractéristiques similaires à celles de chacun des groupes commerciaux. Il reste encore à résoudre l'origine des cultivars natifs de la zone

maya, dans les régions moyennes et basses de Chiapas et la péninsule du Yucatán. Ces cultivars, à fruits sans côtes ou à côtes moins prononcées et à graines plutôt rondes et ovales, se cultivent depuis pratiquement le niveau de la mer jusqu'à près de 1 800 m.

C. pepo est peut-être l'espèce dont la diffusion hors d'Amérique est la mieux étudiée; on sait que certains cultivars sont arrivés en Europe vers le milieu du siècle qui a suivi 1492, et on dit même que d'autres sont originaires de ce continent. Contrairement à cette présence ancienne de *C. pepo* dans l'Ancien Monde, il semble que son arrivée en Amérique du Sud soit très récente. Actuellement, les fruits de certains cultivars (par exemple Zucchini et Cocozzelle) représentent un apport alimentaire et commercial commun à diverses régions du monde.

Utilisations et valeur nutritive

Comme les autres espèces cultivées du genre, les fruits mûrs ou verts et les graines de *C. pepo*, et dans une moindre mesure les fleurs et les pointes tendres des tiges, se consomment dans de nombreuses zones de sa région de distribution native et dans d'autres régions du monde. L'apport d'éléments nutritifs de *C. pepo* est analogue à celui décrit pour les autres espèces cultivées.

Description botanique

C. pepo est une plante rampante, compacte ou subarbustive, annuelle, monoïque; pubescente et rugueuse. Les feuilles sont largement ovées-cordées à triangulaires-cordées, de 20 à 30 × 20 à 35 cm, avec ou sans taches blanches; elles comportent souvent de trois à cinq lobes profonds aux bords denticulés ou serrati-denticulés. Les vrilles ont de deux à six ramilles ou sont simples et peu développées dans les types subarbustifs. Les fleurs sont pentamères, solitaires, axillaires; les fleurs mâles sont dotées de pédicelles de 7 à 20 cm de long, d'un calice campanulé de 9 à 12 mm et de sépales linéaires de 12 à 25 × 1 à 2 mm; la corolle est tubulo-campanulée, de 5 à 10 cm de long, divisée en cinq jusqu'au tiers ou plus de sa longueur; il y a trois étamines. Les fleurs femelles sont dotées de pédicelles robustes, sulcifères, de 2 à 5 cm; l'ovaire est sphérique, aplati, ovoïde, cylindrique, rarement piriforme, lisse, côtelé ou verruqueux et multiloculaire; le calice est très réduit. Les fruits sont de taille variable et de formes diverses, légèrement à fortement côtelés, souvent verruqueux, rarement lisses, avec une peau rigide, de colorations diverses, de vert clair à vert foncé, unie ou à petites taches crème ou vertes contrastant avec le jaune, l'orangé ou le bicolore; la pulpe est crème ou jaunâtre ou orangée pâle, de douce et non amère à fibreuse et amère; elle a des graines nombreuses, étroitement ou largement elliptiques à rarement orbiculaires, légèrement comprimées, de 3 à 20 × 4 à 12 mm.

Ecologie ou phytogéographie

Traditionnellement, *C. pepo* se cultive de l'Amérique du Nord à l'Amérique centrale et dans certaines parties de l'Amérique du Sud. Bien que l'on dise généralement que c'est une culture d'altitude, cette espèce, de même que *C. moschata*, couvre une gamme d'altitudes assez large. Au Mexique, il existe des variétés natives qui poussent un peu au-dessus du niveau de la mer dans des climats semi-arides, comme la varieté appelée tsol au Yucatán, et d'autres variétés que l'on cultive à des altitudes supérieures à 2 000 m, par exemple celles que l'on appelle güiches à Oaxaca. Au Guatemala, les cultivars natifs communément appelés güicoy se cultivent au-dessus de 1 000 m, tandis que les tsol se sèment dans les parties basses chaudes et humides du Petén, à moins de 500 m d'altitude.

Diversité génétique

Limites du patrimoine génétique. Le patrimoine génétique primaire de *C. pepo* est formé des grou-

pes de cultivars comestibles (ssp. *pepo*) et ornementaux (ssp. *ovifera*), ainsi que des formes sauvages (*C. fraterna* et *C. texana*).

Il existe une grande quantité de cultivars commerciaux présentant des caractéristiques particulières qui, en même temps que les variétés locales citées cultivées surtout au Mexique, constituent un patrimoine génétique extraordinaire. Pourtant, contraitement aux autres espèces, cette diversité ne représente pas une source importante de gènes de résistance aux parasites et aux maladies, puisque *C. pepo* (y compris *C. texana*) est probablement l'espèce qui présente la plus grande sensibilité aux principales maladies virales qui attaquent les espèces cultivées de *Cucurbita*.

Les espèces qui pourraient représenter un patrimoine génétique secondaire sont rares, puisque la majeure partie des tentatives d'hybridation de *C. pepo* avec d'autres espèces sauvages ou cultivées ont exigé des techniques spéciales, telles que la culture d'embryons; on a néanmoins obtenu de bons résultats en matière d'hybridation au Mexique et aux Etats-Unis.

Collections de matériel génétique. Les données obtenues à partir des banques de gènes indiquent que *C. pepo* est la deuxième espèce du genre pour le nombre d'échantillons (1 135). Il s'agit cependant uniquement de formes cultivées et comestibles, puisque celles qui correspondent aux deux parentes sauvages les plus proches sont très rares et, de fait, celles de *C. fraterna* ont été réalisées très récemment. Les banques de gènes dotées de la meilleure représentation des cultivars de *C. pepo* sont celles des Etats-Unis, du Mexique et du Costa Rica.

Pratiques culturales

Dans sa zone de distribution native, *C. pepo* est cultivée aussi bien dans les champs de maïs et les jardins potagers que dans d'autres systèmes de culture plus intensive. Dans le premier cas, on l'associe avec le maïs, les haricots et/ou avec une à trois des autres espèces cultivées de *Cucurbita*, tandis que dans le deuxième on peut la trouver cultivée en parcelles ou petits groupes, le plus souvent associée à d'autres légumes. Dans les plantations commerciales, on les rencontre le plus souvent sous forme de monoculture occupant des superficies de taille variable.

Dans la région de la Mixteca Alta, au Mexique, particulièrement à San Andrés Lagunas, on a rencontré quelques variantes locales qui se cultivent dans deux types de conditions et de saisons différents. L'une de ces variétés est connue sous le nom de «calabaza de temporal» (courge de saison des pluies); elle se cultive dans des terrains rocailleux comportant généralement d'abondants affleurements de roche calcaire et peu de terre, qui constituent des terrains secs. Le semis se fait aux mois d'avril ou mai, selon l'apparition des premières pluies, et la récolte de fruits mûrs correspond aux mois d'octobre et novembre. L'autre variante est connue sous le nom de «calabaza de cajete» (écuelle); on la cultive dans des terrains en cuvette très plats et humides, situés dans de petites vallées dont on dit qu'elles furent anciennement occupées par des lacs. Sous cette forme, on la sème au début de la saison la plus sèche de l'année (février ou mars), et la récolte de fruits mûrs se fait entre juillet et septembre.

Au Yucatán, on cultive la variété tsol ou «mensejo» généralement dans des jardins potagers ou dans des systèmes de culture intensive de petites exploitations ou *pachpakal*, et très rarement dans des champs de maïs. Il s'agit d'une variété à cycle court; le semis se fait environ 15 à 20 jours après le début de la saison des pluies (de mai à juin); les fruits immatures qui servent de légume sont récoltés à partir du mois d'août, tandis que les fruits mûrs le sont entre septembre et octobre.

Perspectives d'amélioration

Les trois espèces *Cucurbita argyrosperma*,

C. moschata et C. pepo se complètent par leurs zones naturelles de production, qui vont de 0 à 2 000 m dans leur région d'origine. Il est indispensable d'y intensifier l'évaluation des cultivars primitifs et d'en utiliser le matériel génétique pour développer de nouveaux cultivars plus productifs et présentant une plus grande valeur alimentaire, ou résistant aux maladies, surtout virales. Il y a aussi, comme on l'a déjà montré pour certaines espèces, des variétés locales qui diffèrent par leur époque de production. Leur utilisation directe ou celle des gènes qui déterminent cette caractéristique permettraient d'allonger le temps où elles sont disponibles sur les marchés.

Il est urgent de recueillir le plasma germinatif des quatre espèces de *Cucurbita* dans leurs zones de dispersion naturelle. Il l'est aussi d'introduire les variétés présentes dans d'autres régions, comme les variétés de *C. moschata* que l'on rencontre en Afrique, et qui ont une forte teneur en carotène, et de les incorporer dans des programmes d'amélioration génétique.

Le développement de la consommation, locale ou d'exportation, exige des fruits à caractéristiques favorables au transport et à l'emmagasinage. Il existe une vaste diversité de ces caractéristiques que l'on peut utiliser pour produire des variétés supérieures.

Cucurbita offre des possibilités d'usages nouveaux ou d'usages plus intensifs que l'on peut diffuser. L'un d'entre eux est la préparation de purées ou d'aliments similaires, pour lesquels on disposerait d'un patrimoine génétique très étendu pour fixer les caractéristiques organoleptiques ou nutritionnelles qui donneraient un produit supérieur à celui que l'on trouve sur le marché avec d'autres plantes. Il faut également explorer la possibilité d'augmenter l'utilisation de jeunes pousses, car c'est la partie de la plante qui présente la plus grande valeur alimentaire en raison de son contenu en acides aminés et en vitamines. On pourrait même pour cela créer des variétés qui produisent davantage de feuillage. L'utilisation des graines comme fruit sec est courante dans certaines zones d'Amérique centrale et pratiquement inconnue dans d'autres. Les graines sont une bonne source de protéines et d'huile, et il faut en explorer la transformation industrielle et la commercialisation.

Il y a encore beaucoup à faire en termes de collecte, de conservation, d'évaluation et d'utilisation des variétés régionales ou locales. Ces tâches sont réalisables puisque la diversité de ces plantes existe encore dans les communautés rurales du Nouveau Monde. Il ne faut pas laisser passer l'occasion de profiter de ces matériels pour produire des variétés supérieures et conserver leur matériel génétique pour une utilisation future.

Cucurbita moschata

Nom botanique: *Cucurbita moschata* (Duchesne ex Lam.) Duchesne ex Poiret

Famille: cucurbitacées

Noms communs. *Français:* courge musquée; *nahuatl:* tamalayota (Mexique, Colombie [Guerrero]); *espagnol:* calabaza (Mexique), ayote (du Guatemala au Costa Rica), auyama (du Panama au Venezuela), zapallo (Equateur, Pérou), joko (Bolivie)

Origine, domestication et expansion

On a pensé que *Cucurbita moschata*, comme *C. ficifolia*, avait une origine asiatique. Or, il est aujourd'hui évident qu'il s'agit d'une espèce domestiquée en Amérique latine, bien qu'on ne sache pas encore exactement quelle fut la zone précise de domestication de l'une et de l'autre. On a signalé à de nombreuses reprises qu'elle se situait en Amérique centrale et à d'autres occasions qu'elle se trouvait en Amérique du Sud, plus précisément en Colombie. Les vestiges disponibles sont sans aucun doute difficiles à interpréter. Les restes archéologiques les plus anciens

de cette espèce ont été trouvés dans le nord-ouest du Mexique (grottes d'Ocampo, Tamaulipas) et datent de 4900 à 3500 av. J.-C. On en connaît aussi des restes dans le nord du Belize, à Tikal au Guatemala (de 2000 av. J.-C. à 850 ap. J.-C.) et à Huaca Prieta au Pérou (3000 av. J.-C.).

L'analyse électrophorétique des isoenzymes n'a pas apporté de preuves majeures. Elle a cependant permis de réaffirmer l'étroite relation entre cette espèce et les formes du groupe *C. argyrosperma*. Les indices linguistiques ne sont non plus très clairs; *C. moschata* est connue sous des noms autochtones aussi bien dans la région centraméricaine (principalement au Mexique) qu'en Amérique du Sud, ce qui, d'un autre côté, appuie l'observation selon laquelle les deux régions correspondent à deux centres de diversification de cette plante.

La variation de *C. moschata* ne paraît pas non plus être un facteur qui permette de suggérer une région en particulier comme centre d'origine, puisque cette espèce est extrêmement variable par la morphologie de ses fruits et de ses graines.

La répartition géographique des restes archéologiques connus de *C. moschata* indique que cette espèce se cultive depuis plus de 5 000 à 6 000 ans. Sa diffusion vers d'autres pays, aussi bien en Amérique latine qu'en dehors du continent a sûrement été très précoce; c'est ce qu'indique l'existence de la variété Seminole Pumpkin, cultivée depuis les temps précolombiens par des groupes indigènes de Floride aux Etats-Unis, ainsi que sa présence sur des illustrations botaniques du 16ᵉ siècle. Une diffusion aussi précoce a dû être très continue et intense, puisque dans la dernière décennie du 19ᵉ siècle l'espèce se cultivait en Inde, à Java, en Angola et au Japon.

Utilisations et valeur nutritive

Dans la majeure partie de la zone native de *C. moschata*, ses fleurs, ses jeunes pousses et ses fruits jeunes et mûrs sont consommés comme légume. Les derniers sont en outre couramment employés pour la confection de desserts et comme fourrage. Les graines sont consommées entières, rôties ou grillées, ou sont moulues dans différents plats. Elles présentent des teneurs élevées en huiles et protéines (similaires à celles observées dans *C. argyrosperma*), et leur consommation dans les zones urbaines est aussi assez courante.

Description botanique

C. moschata est une plante rampante et grimpante. Elle est herbacée, annuelle, monoïque, légèrement et densément pubescente, avec des trichomes courts et longs, unisériés et des extrémités végétatives caulescentes plus ou moins réflexes. Les tiges sont légèrement anguleuses. Les feuilles, à pétioles de 30 cm ou plus, sont largement ovées-cordées à suborbiculaires, de 20 à 25 × 25 à 30 cm, avec des taches blanches; elles sont légèrement lobées, avec de trois à cinq lobes ovales ou triangulaires; l'extrémité obtuse est légèrement apiculée; les bords sont serrati-denticulés; on compte de trois à cinq vrilles ramifiées. Les fleurs sont pentamères, solitaires, axillaires. Les fleurs mâles, à pédicelles de 16 à 18 cm, comportent un calice très court, largement campanulé à patelliforme, développé ou foliacé jusqu'à l'extrémité, de 5 à 13,5 cm de long, divisé en cinq jusqu'à un tiers de sa longueur. Les fleurs femelles, à gros pédicelles de 3 à 8 cm de long, sont dotées d'un ovaire sphérique, ovoïde, aplati, cylindrique, piriforme, conique, turbiné; le calice est très réduit et les sépales plus souvent foliacés que dans les fleurs mâles, d'une longueur allant jusqu'à 7,5 cm; le style est épaissi; on compte trois stigmates lobés. Les fruits, de taille très variable et de formes diverses, conservent celle de l'ovaire; ils sont lisses ou à côtes arrondies, rarement verruqueux ou granuleux, avec une peau à la fois épaisse et durable et douce et lisse, de coloration très variable, de vert clair à vert sombre

uniforme ou avec des taches crème, brun clair à brun foncé, jusqu'à complètement blanches; la pulpe orangé clair ou brillante à verdâtre, de légèrement à très sucrée, est douce et généralement non fibreuse; les graines sont nombreuses, ovées-elliptiques, de 8 à 21 × 5 à 11 mm, à surface blanchâtre jaunâtre.

Ecologie et phytogéographie

Dans la littérature botanique, on indique que *C. moschata* se cultive principalement dans les zones de faible altitude et à climat chaud et très humide.

Cependant, même s'il est certain que cette espèce se cultive de préférence dans ces limites, celles-ci n'apparaissent pas aussi strictes puisque récemment on a trouvé des variantes à plus de 2 200 m à Oaxaca au Mexique.

Diversité génétique

Limites du patrimoine génétique. La vaste gamme d'altitudes où *C. moschata* se cultive sur le continent américain, la grande diversité morphologique de ses graines et de ses fruits (couleur, forme, grosseur et durabilité de la peau du fruit), l'existence de variétés à cycles de vie de durée différente, ainsi que l'existence de nombreux cultivars développés dans d'autres parties du monde et de variétés locales ayant des caractéristiques agronomiques remarquables, indiquent clairement que la variation génétique de cette espèce est extrêmement vaste.

Quelques variétés régionales intéressantes pour l'Amérique latine sont celles qui existent dans la péninsule du Yucatán (et peut-être dans d'autres régions d'Amérique latine), à deux cycles de vie de durée différente, et celles qui sont cultivées à Guanajuato et Chiapas, où l'on a récemment trouvé une résistance à certaines maladies virales. Parmi les premières, la plus intéressante est la variété à cycle court cultivée communément dans les jardins mayas, puisque c'est certainement d'elle qu'est dérivée la variété la plus importante au niveau commercial dans la région; quant aux secondes, il faut signaler qu'actuellement on les emploie dans des programmes d'amélioration génétique.

En ce qui concerne les sources de variation que présentent les cultivars de *C. moschata* développés en dehors de sa zone d'origine, le meilleur exemple est celui d'un cultivar natif du Nigéria qui représente la source unique de résistance à certaines maladies virales. Les possibilités d'hybridation qu'a montrées *C. moschata* avec d'autres espèces cultivées (par exemple *C. maxima*) permettent d'affirmer qu'il existe de bonnes perspectives d'amélioration de ces plantes.

Une autre partie du patrimoine génétique de *C. moschata* est constituée par les nombreux cultivars commerciaux qui se sont développés principalement aux Etats-Unis et dans une moindre mesure au Brésil. Parmi eux se détachent Butternut Squash, Golden Cushaw, Large Cheese, Tennessee Sweet Potato, Kentucky Field, Menina Brasileira et d'autres. Certains de ces cultivars commerciaux présentent également différents niveaux de résistance et/ou de sensibilité à certaines maladies, ce qui indique la grande variation génétique de cette espèce.

Collections de matériel génétique. *C. moschata* est l'espèce de *Cucurbita* la plus représentée dans les banques de gènes d'Amérique, où l'on a déposé plus de 2 000 échantillons qui proviennent principalement du Mexique et d'Amérique centrale et, dans une moindre mesure, d'Amérique du Sud et d'autres régions du monde. Les échantillons les plus importants sont ceux des Etats-Unis et du Costa Rica. Ils correspondent dans leur totalité à des matériels américains, principalement d'Amérique centrale. Pour sa part, la collection du CIFAP au Mexique est peut-être la plus représentative de la variation de l'espèce dans ce pays.

Pratiques culturales

Les différentes variantes de *C. moschata* se cultivent de manière traditionnelle en saison des pluies. On peut rencontrer des variétés cultivées dans les champs de maïs, associées au maïs, au haricot et à une ou deux autres espèces de *Cucurbita*, ou dans des jardins potagers ou autres espaces agricoles d'exploitation plus intensive, où on la cultive seule ou associée à d'autres espèces. Le semis se fait au début de la saison des pluies, et la période de développement dure de cinq à sept mois, bien qu'il existe des variétés à cycle très court (de trois à quatre mois) comme celles de la péninsule du Yucatán que l'on a mentionnées. Pour les variétés à cycle long, les fruits jeunes qui servent de légume se récoltent à peu près trois mois après le semis, tandis que les fruits mûrs destinés à la semence se récoltent principalement entre le sixième et le septième mois.

Dans la région de Mixe et dans d'autres régions de l'Etat d'Oaxaca, *C. moschata* se cultive aussi à la saison froide et sèche de l'année dans les terrains qui réussissent à conserver l'humidité. La culture se pratique également à l'aide d'irrigation dans certaines parties de l'Etat de Sonora. Certaines variétés à cycle court sont cultivées à des fins commerciales dans la péninsule du Yucatán dans des sols humides ou en utilisant des substrats peu courants (balle de fibres de henequen) et à l'aide d'irrigation.

Il est probable que la culture de variétés comme celles que l'on a décrites, et peut-être d'autres encore, est plus courante sur le continent américain que ce que l'on pense ou ce que l'on sait. Il existe des références anciennes d'une variation sensible en Colombie, mais la situation actuelle doit être dûment étudiée et évaluée.

Cucurbita ficifolia

Nom botanique: *Cucurbita ficifolia* Bouché
Famille: cucurbitacées
Noms communs. Français: courge de Siam; *nahuatl:* chilacayote (Mexique, Guatemala); *espagnol:* lacayote (Pérou, Bolivie, Argentine), chiverri (Honduras, Costa Rica), victoria (Colombie); *anglais:* fig leaf squash, Malabar gourd

Origine, domestication et expansion

A la fin du siècle dernier et au début de ce siècle, quelques auteurs ont suggéré une origine asiatique pour *Cucurbita ficifolia*. Depuis le milieu de ce siècle, il y a un consensus sur le fait qu'il s'agit d'une espèce d'origine américaine. Cela dit, son centre d'origine et de domestication est encore inconnu. Certains auteurs ont proposé comme lieu d'origine l'Amérique centrale ou le sud du Mexique, tandis que d'autres suggèrent l'Amérique du Sud, plus précisément les Andes. Les études biosystématiques n'ont pas pu confirmer l'origine mexicaine suggérée par la diffusion dans toute l'Amérique de noms communs dérivés du nahuatl.

Les vestiges archéologiques indiqueraient une origine sud-américaine, puisque les restes les plus anciens sont péruviens, mais la biosystématique n'a pas non plus pu confirmer cette hypothèse.

Les tentatives pour obtenir des hybrides au-delà de la première génération avec les quatre autres espèces cultivées ont également échoué, et les rares résultats obtenus ont exigé l'utilisation de techniques particulières telles que la culture d'embryons. Ces résultats ont été corroborés par d'autres études qui démontrent que *C. ficifolia* présente des différences notables de type isoenzymatique et chromosomique par rapport à toutes les formes du genre.

Outre les observations précédentes, la récente découverte du fait que *Peponapis atrata* ne paraît pas être un pollinisateur spécifique de *C. ficifolia* a conduit à proposer que l'ancêtre sauvage de *C. ficifolia* aurait pu correspondre à une espèce encore non découverte dont l'habitat pourrait être

la région orientale des Andes. C'est pourquoi l'éventualité d'utiliser des espèces sauvages (ou cultivées) dans des programmes futurs d'amélioration génétique de cette plante, et son emploi dans l'amélioration d'autres espèces cultivées du genre, est encore lointaine. L'importance de ces programmes réside dans le fait qu'on a identifié des collections résistantes ou totalement immunes à l'attaque de différents virus qui affectent gravement les autres espèces cultivées.

La culture de *C. ficifolia* s'étend depuis le nord du Mexique jusqu'à l'Argentine et au Chili. Sa diffusion en Europe (France et Portugal par exemple) et en Asie (Inde) a commencé semble-t-il aux 16e et 17e siècles, lorsque ses fruits sont arrivés dans l'Ancien Monde à partir de l'Amérique du Sud et de l'Inde. Depuis lors, cette culture s'est étendue à de nombreuses autres parties du monde (Allemagne, France, Japon et Philippines).

Utilisations et valeur nutritive

Les différentes parties des plantes de *C. ficifolia* sont destinées dans toute la zone de distribution en Amérique à divers usages alimentaires. Les fruits immatures se consomment bouillis comme légume, tandis que la pulpe des fruits mûrs est utilisée pour la confection de desserts et de boissons rafraîchissantes ou légèrement alcooliques. Les graines sont également très appréciées; à Chiapas au Mexique, on les utilise pour préparer des desserts au miel, connus sous le nom de palanquetas.

Dans certaines régions du Mexique (et peut-être dans d'autres pays du continent), les jeunes pousses (ou «puntas de las guías») et les fleurs se consomment bouillies comme légume, tandis que les fruits mûrs sont employés comme fourrage pour les animaux domestiques; cette utilisation est la plus courante dans l'Ancien Monde où cette espèce a été introduite.

La valeur nutritive la plus importante se trouve dans les graines, dont la consommation représente un apport considérable de protéines et d'huile. La pulpe des fruits, de couleur blanche, présente une déficience en bétacarotène; elle contient une quantité limitée d'hydrates de carbone et a une faible teneur en vitamines et sels minéraux.

Les études récentes réalisées au Chili ont démontré que certaines enzymes protéolytiques extraites de la pulpe des fruits de *C. ficifolia* peuvent être utilisées dans le traitement des eaux résiduelles des processus de transformation industrielle de produits alimentaires dérivés du poisson. Cette découverte revêt un grand intérêt en raison des économies que pourraient réaliser ces industries en utilisant des enzymes qui se substitueraient à celles que l'on importe actuellement.

Au Japon et en Allemagne, on a utilisé *C. ficifolia* comme support ou porte-greffe pour la production hivernale de concombres (*Cucumis sativus* L.) en serre.

Description botanique

C. ficifolia est une plante rampante ou grimpante, monoïque, annuelle – bien que persistante pendant une certaine période, donnant l'impression d'être une plante pérenne à vie courte –, sans racines épaisses renflées de réserve; elle est résistante aux basses températures, mais non à des gels sévères; elle est duveteuse à légèrement pubescente, avec quelques aiguillons courts et pointus dispersés sur les parties végétatives. Elle possède cinq tiges vigoureuses, légèrement anguleuses. Les feuilles, à pétioles de 5 à 25 cm, sont ovées-cordées à suborbiculaires-cordées, avec ou sans taches blanches sur la face; elles ont de trois à cinq lobes arrondis ou obtus, apiculés, le lobe central étant plus grand que les latéraux, à bords denticulés; on compte trois ou quatre vrilles ramifiées. Les fleurs sont pentamères, solitaires, axillaires. Les fleurs mâles, largement pédicellées, sont dotées d'un calice campanulé de 5 à 10 mm de long et presque autant de large, de sépales linéaires de

5 à 15 × 1 à 2 mm, d'une corolle tubulo-campanulée un peu élargie vers la base, de 6 à 12 cm de long, jaune à orangé pâle; elles ont trois étamines. Les fleurs femelles, à pédoncules robustes, mesurent de 3 à 5 cm de long; l'ovaire est ovoïde à elliptique, multiloculaire; les sépales sont occasionnellement foliacés et la corolle est un peu plus grande que pour les fleurs mâles; le style est épais; on compte trois stigmates lobés. Les fruits, sphériques à ovoïdes ou elliptiques, ont trois types de coloration: *i)* vert clair ou foncé, avec ou sans rayures ou bandes longitudinales blanches vers l'extrémité; *ii)* légèrement tachés de blanc et de vert; *iii)*blancs ou crème. La pulpe blanche est sucrée, et les graines ovées-elliptiques comprimées, de 15 à 25 × 7 à 12 mm, sont brun foncé à noir ou blanc crème.

Ecologie et phytogéographie

La culture de *C. ficifolia* est largement répandue depuis 1 000 m jusqu'à presque 3 000 m dans la quasi-totalité des cordillères d'Amérique latine. La limitation de cette culture aux zones de grande altitude est un caractère distinctif de *C. ficifolia* par rapport aux autres espèces cultivées du genre qui, en général, peuvent pousser dans un éventail plus large de conditions écologiques (pour *C. pepo* et *C. moschata* de 8 à 2 300 m).

Diversité génétique

Limites du patrimoine génétique. Etant donné l'incompatibilité reproductive de *C. ficifolia* avec les autres espèces du genre, on peut dire que son patrimoine génétique est limité à elle-même. D'autre part, cette espèce est beaucoup moins diversifiée que les autres espèces cultivées du genre et il n'existe pas de cultivars commerciaux. Parmi les variations morphologiques les plus remarquables, on peut citer la coloration et la taille des fruits et des graines. La faible variation morphologique de cette espèce correspond à celle qui est observée au niveau des modèles d'isoenzymes étudiés jusqu'ici. Du point de vue agronomique, il est possible d'admettre l'existence d'une certaine diversité génétique de *C. ficifolia* pour deux raisons:

- elle est cultivée dans une vaste région géographique dont les caractéristiques ne sont relativement uniformes qu'en ce qui concerne l'altitude, mais sont variées en ce qui concerne les autres facteurs écologiques locaux;
- elle est exploitée indistinctement dans des systèmes agricoles hautement concurrentiels (par exemple, les champs de maïs de saison humide), aussi bien que dans d'autres systèmes moins concurrentiels ou qui permettent une exploitation plus intensive (par exemple, les champs de maïs cultivés en saison sèche en terrain humide, les jardins maraîchers, les petites parcelles, etc.).

Cependant, aucun de ces aspects n'a été évalué jusqu'à maintenant.

La productivité, en ce qui concerne le nombre de fruits et la quantité de graines par fruit, est un autre aspect qui reflète peut-être la diversité génétique de l'espèce et qui n'est pas non plus suffisamment étudié. Les observations de terrain ont révélé que certains fruits de taille moyenne contiennent 500 graines ou plus et que chaque plant peut arriver à produire plus de 50 fruits.

Collections de matériel génétique. Les échantillons de matériel génétique de *C. ficifolia* sont les moins abondants de tous ceux qui existent pour les espèces de *Cucurbita* cultivées. De plus, ils sont peu représentatifs de sa distribution géographique. On compte 338 échantillons dans les banques de gènes d'Amérique qui, ajoutés à 82 autres déposés dans des institutions de pays d'autres continents, font un total de 420. Cependant, beaucoup de ces échantillons correspondent à des duplicas, ce qui réduit leur nombre à près de la moitié.

Pratiques culturales

C. ficifolia est une culture exploitée principalement dans des systèmes d'agriculture traditionnelle de saison des pluies, c'est-à-dire que le début de la saison des pluies correspond à l'époque des semailles, tandis que la récolte se fait de la fin de septembre (fruits jeunes et fleurs utilisées comme légume) jusqu'en décembre ou janvier (fruits mûrs pour la graine et la pulpe). Dans certaines régions du Mexique, par exemple la Mixteca Alta à Oaxaca, on a constaté que cette espèce, outre qu'elle était cultivée pendant la saison des pluies, s'exploitait aussi en période sèche dans les terrains les plus humides (vallées ou zones où le drainage du sol est légèrement déficient). Dans ces cas-là, le semis se fait dans les premiers mois de l'année et la récolte à partir de la saison sèche (avril) jusqu'à la saison correspondant à l'été (de mai à juillet). Cela a permis d'assurer une production pratiquement ininterrompue pendant toute l'année.

La seule forme de multiplication est le semis des graines conjugué au semis de l'une des plantes traditionnelles de ce type d'agriculture (maïs, haricot et autres espèces de *Cucurbita*), ou bien la culture maraîchère, associée à d'autres espèces ou en monoculture. Les fruits mûrs sont récoltés et sélectionnés pour la graine; ils peuvent être entreposés pendant de longues périodes (de 18 à 20 mois), et il est courant de les observer en train de sécher sur les toits des maisons d'agriculteurs.

Bibliographie

Andrés, T.C. 1990. Biosystematics, theories on the origin and breeding potential of *Cucurbita ficifolia*. *In* D.M. Bates, R.W. Robinson et C. Jeffrey éds. *Biology and utilization of the Cucurbitaceae*. p. 102-199. Ithaca, N.Y., Etats-Unis, Cornell University Press.

Azurdia, C.A. & González, M. 1986. *Informe final del proyecto de recolección de algunos cultivos nativos de Guatemala*, Guatemala. Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos.

Bailey, L.H. The domesticated cucurbits. *First Paper. Genet. Herb.* 2: 32-34.

Bates, D.M., Robinson, R.W. & Jeffrey, C. éds. *Biology and utilization of the Cucurbitaceae*. Ithaca, N.Y., Etats-Unis, Cornell University Press.

Bukasov, M.S. 1981. *Las plantas cultivadas en México, Guatemala y Colombia*. Turrialba, Costa Rica, CATIE-GTZ.

Delgadillo S.F., Garzon T.J.A. & Vega P.A. 1989. Cucurbit viruses in México: a survey. *Fitopatología*. 7(2): 136-139.

Lira, R. 1990. *Estudios taxonómico y ecogeográfico de las Cucurbitáceas de Latinoamérica:* 1er rapport semestriel (janv.-août 1990). Rome, CIRP.

Lira, R. 1991. *Estudios taxonómico y ecogeográfico de las Cucurbitáceas de Latinoamérica:* 2e rapport semestriel (août 1990-janv. 1991). Rome, CIRP.

Lira, R. 1991. *Estudios taxonómico y ecogeográfico de las Cucurbitáceas de Latinoamérica:* 3e rapport semestriel (janv.-août 1991). Rome, CIRP.

Merrick, L.C. Systematics and evolution of a domesticated squash, *Cucurbita argyrosperma* and its wild and weedy relatives. *In* D.M. Bates, R.W. Robinson et C. Jeffrey éds. *Biology and utilization of the Cucurbitaceae*. Ithaca, N.Y., Etats-Unis, Cornell University Press.

Paris, H.S. 1989. Historical records, origins and development of the edible cultivar groups of *Cucurbita pepo* (Cucurbitaceae). *Econ. Bot.* 43: 423-443.

Whitaker, T.W. & Davis, G.N. 1962. *Cucurbits, botany, cultivation and utilization*. Londres, Leonard Hill.

Christophine (*Sechium edule*)

Sechium edule

Nom botanique: *Sechium edule* (Jacq.) Sw.
Famille: cucurbitacées
Noms communs. Français: christophine, mirliton (Haïti, Guadeloupe, Bermudes, Trinité-et-Tobago, Etats-Unis [Louisiane], Guyane française); *nahuatl:* chayote (Mexique, Nicaragua, Costa Rica, Panama); *espagnol:* cidrayota (Colombie), gayota (Pérou), huisquil, güisquil ou uisquil (Mexique [Chiapas], Guatemala, El Salvador), papa del aire, cayota (Argentine); *portugais:* chocho, chuchu, xuxu, machiche, machuchu (Brésil)

Origine et domestication

A la différence des autres cultures, il n'existe pas d'indices archéologiques qui indiquent l'ancienneté de la culture de *Sechium edule*. Ses fruits charnus comportant une seule graine lisse ne permettent pas la conservation et, pour autant que l'on sache, on n'a pas non plus identifié dans les gisements archéologiques des grains de pollen ou d'autres éléments de cette espèce.

Les chroniques de l'époque de la conquête indiquent que, au moins au Mexique, la christophine a été cultivée depuis des époques précolombiennes. En ce qui concerne les références linguistiques, les noms communs d'origine latine se concentrent principalement au Mexique et en Amérique centrale. Pour ce qui est de la diversité en culture de *S. edule*, les rapports des explorations disent tous que la plus grande variation se rencontre entre le sud du Mexique et le Guatemala. La distribution géographique des parents sauvages de *S. edule* confirme aussi l'origine centraméricaine de cette culture.

Les parents les plus proches de *S. edule* sont:

- les formes dites sauvages de *S. edule*, dont la localisation taxonomique n'est pas encore établie, encore qu'elles soient réparties de manière apparemment naturelle dans les Etats mexicains de Veracruz, Puebla, Hidalgo, Oaxaca et Chiapas;
- *S. compositum*, espèce restreinte au sud du Mexique (Chiapas) et au Guatemala;
- *S. hintonii*, espèce endémique au Mexique, considérée comme éteinte jusqu'à une date récente; elle pousse dans les Etats de Mexico et de Guerrero, et peut-être à Jalisco;
- une espèce nouvelle de la section *Sechium*, qui pousse dans le nord de l'Etat d'Oaxaca.

Ce qui précède a permis de confirmer que *S. edule* est une espèce qui a sans aucun doute été domestiquée dans la zone de culture de l'Amérique centrale, et précisément dans la région comprise entre le sud du Mexique et le Guatemala.

La culture de la christophine est largement répandue en Amérique centrale. Son introduction dans les Antilles et en Amérique du Sud s'est faite entre le 18e et le 19e siècles; de fait, la première description botanique où l'on mentionne le nom de *Sechium* est faite par P. Brown en 1756, qui se réfère à des plantes cultivées en Jamaïque. A la

---

L'auteur de ce chapitre est R. Lira Saade (Herbier national du Mexique, Mexico, Mexique). L'auteur remercie E. Valverde et E. Chincilla (CINDE, Costa Rica).

même époque, la christophine a été introduite en Europe, d'où elle fut transportée en Afrique, en Asie et en Australie, tandis que son introduction aux Etats-Unis date de la fin du 19ᵉ siècle.

Utilisations et valeur nutritive

La christophine s'utilise principalement dans l'alimentation humaine. Les fruits, les tiges et les feuilles jeunes, ainsi que les parties tuberculées des racines, sont consommées comme légume, aussi bien seuls et simplement bouillis que dans de nombreux ragoûts. Les fruits, très doux, sont employés pour confectionner des aliments pour enfants, des jus, des sauces et des pâtes. Au Mexique, on a tenté d'allonger la vie du fruit par déshydratation. Les résultats ont été bons et ont permis de confectionner des confitures et des sucreries. Les fruits déshydratés peuvent être utilisés comme légume après un certain temps. Les tiges, par leur souplesse et leur résistance, ont été destinées à la fabrication artisanale de paniers et de chapeaux. En Inde, les fruits et les racines sont utilisés dans l'alimentation humaine et s'emploient également comme fourrage.

Les parties consommables de *S. edule* présentent une teneur en fibres, protéines et vitamines inférieure à celle d'autres végétaux. En revanche, sa teneur en calories et en hydrates de carbone est élevée, surtout dans les jeunes pousses, la racine et la graine, tandis que l'apport de micro- et macronutriments par les fruits est suffisant. Les fruits, et en particulier les graines, sont riches en acides aminés: acide aspartique, acide glutamique, alanine, arginine, cystéine, phénylalanine, glicine, histidine, isoleucine, leucine, méthionine (seulement dans le fruit), proline, sérine, tyrosine, thréonine et valine.

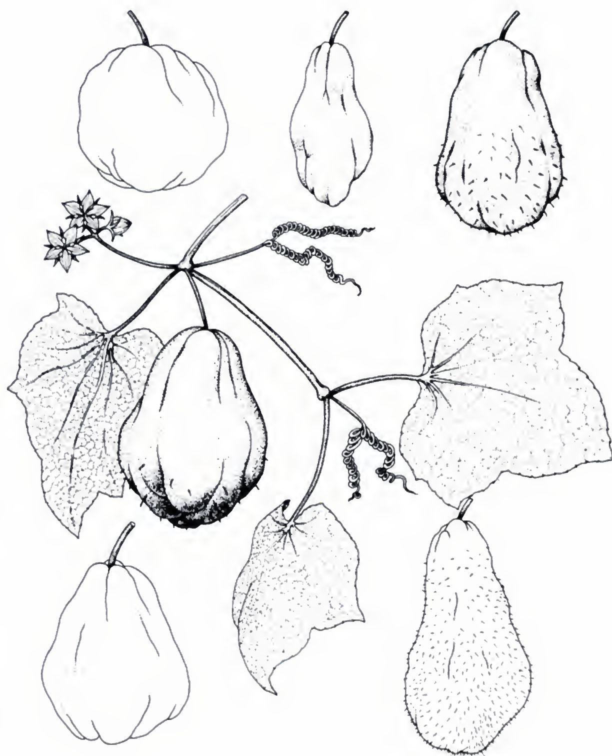
La christophine a également des usages médicinaux; les infusions de feuilles s'utilisent pour dissoudre les calculs rénaux et comme auxiliaires dans le traitement de l'artériosclérose et de l'hypertension; les infusions de fruits s'utilisent contre la rétention d'urine. Les propriétés cardiovasculaires des infusions de feuilles ont été démontrées dans des études modernes, tandis que leur grande efficacité pour guérir les maladies rénales était déjà connue depuis l'époque coloniale dans la péninsule du Yucatán où ces maladies sont très courantes.

Description botanique

S. edule est une plante rampante pérenne, monoïque, à racines renflées et à tiges fines, ramifiées, ayant jusqu'à 10 m de long. Les feuilles à pétioles sulcifères, de 8 à 15 cm de long, sont ovées-cordées et suborbiculaires, de 8 à 18 × 9 à 22 cm, légèrement lobées (de trois à cinq lobes anguleux), aux bords légèrement denticulés, avec trois à cinq vrilles séparées. Les fleurs sont unisexuées, normalement pentamères, coaxillaires, comportant 10 nectaires en forme de pores à la base du calice. Les fleurs staminées en inflorescences en grappes axillaires de 10 à 30 cm de long; elles sont réparties en groupes à intervalles tout au long du rachis et présentent les caractéristiques suivantes: calice patelliforme de 5 mm; sépales triangulaires de 3 à 6 mm de long; pétales triangulaires, verdâtres à blanc verdâtre, de 4 à 8 × 2 à 3 mm; cinq étamines; filaments fusionnés sur pratiquement toute la longueur, formant une colonne épaisse qui se sépare à l'extrémité en trois ou cinq courtes rames. Les fleurs pistillées, normalement sur le même axe que les fleurs staminées, sont solitaires ou parfois par paires; l'ovaire est sphérique, ovoïde ou piriforme, glabre et inerme, uniloculaire; le périanthe est comme dans les fleurs staminées, mais de dimension légèrement différente; les styles sont fusionnés en une fine colonne; les nectaires sont généralement moins évidents que dans les fleurs staminées. Les fruits sont solitaires ou rarement par paires, vivipares, charnus, parfois longitudinalement sulcifères ou crêtés, très divers par leur forme, leur taille, leur revêtement, le nombre et le type d'épi-

FIGURE 6

Christophine (*Sechium edule*): formes de fruit



nes, blancs et jaunâtres ou vert pâle à vert foncé; la pulpe, vert pâle à blanchâtre, est amère dans les plantes sauvages et non amère dans les plantes cultivées; la graine est ovoïde, comprimée, lisse et douce.

Ecologie et phytogéographie

S. edule se cultive de manière traditionnelle dans de nombreuses régions du monde, de préférence entre 800 et 1 800 m d'altitude. Dans beaucoup de régions, il existe des variantes adaptées à la culture au niveau de la mer (à Rio de Janeiro et au Yucatán); dans d'autres, on la rencontre au-dessus de 2 000 m (en Bolivie et dans les Etats d'Oaxaca et de Chihuahua au Mexique). Les formes sauvages les plus proches de *S. edule* présentent une distribution semblable en altitudes, puisqu'elles poussent entre 50 et 2 100 m. La christophine est cultivée de manière plus intensive à des fins commerciales au Costa Rica, au Guatemala, en République dominicaine et au Mexique. La diversité exploitée est minime et toujours conforme aux exigences des consommateurs. La biologie florale de *S. edule* a été étudiée en détail. Il existe divers modèles de structure et d'expression sexuelle des fleurs staminées et pistillées, qui paraissent être déterminées par des facteurs génétiques, environnementaux et saisonniers, et par l'âge des plantes.

La pollinisation est entomogame. Parmi les pollinisateurs les plus efficaces, on trouve des espèces d'abeilles natives du genre *Trigona*, principalement dans les zones d'altitude moyenne ou faible qui sont libres de pesticides, et l'abeille italienne (*Apis mellifera*) dans les plantations commerciales où l'utilisation des pesticides est très fréquente. Parmi les pollinisateurs secondaires, on trouve des guêpes des genres *Polybia*, *Synoeca* et *Parachartegus*.

Les fruits de la *S. edule* sont vivipares, c'est-à-dire que les graines germent à l'intérieur des fruits, même quand ceux-ci sont encore sur le plant. Cette caractéristique ne se présente dans aucune des espèces sauvages de *Sechium*, dans lesquelles les graines germent après être tombées sur le sol et de manière asynchrone. Une explication possible de la viviparité est que le processus de domestication a pu amener avec lui une suppression des mécanismes de latence.

Diversité génétique

Peu d'espèces cultivées déploient une aussi grande diversité de formes, de tailles, d'ornementation, d'armature, de revêtements et de couleurs que les fruits de *S. edule*. Mais cette diversité, présente sous les combinaisons les plus variées, a rendu difficile la définition des cultivars, car lorsqu'on fait référence aux différents types de *S. edule*, on parle plutôt de races ou de variantes locales. Outre la diversité morphologique, il existe des variantes dans les périodes de fructification. Cela a été observé notamment à Oaxaca et Chiapas, où des variantes locales peuvent donner entre une et quatre récoltes par an. Ce type de variation a également été cité pour d'autres régions.

La diversité remarquable exploitée par les agriculteurs traditionnels contraste avec la relative homogénéité que l'on observe dans les fruits que produisent les plantations commerciales. Ces fruits doivent en effet respecter les normes de qualité imposées par le marché: piriformes, vert clair, lisses, d'environ 15 cm de long et d'un poids de 450 g; sans dommages physiques ni taches provoquées par des agents pathogènes; texture adéquate; saveur douce et agréable.

Les parents sauvages les plus proches de la *S. edule* sont *S. compositum* et *S. hintonii*, dont la zone de distribution se trouve au Mexique et au Guatemala. Faute d'évaluations agronomiques, ces espèces n'ont pas été utilisées dans les programmes d'amélioration génétique qui sont si nécessaires dans la recherche de sources de résistance aux maladies.

Collections de matériel génétique. Les caractéristiques de la germination des graines de *S. edule* ne permettent pas leur conservation par des méthodes orthodoxes et simples. Les échantillons doivent donc être conservés dans des collections de terrain qui exigent beaucoup de soins.

Ce type de limitation est démontré par la disparition de quelques-unes des rares collections du genre *Sechium*. Entre 1988 et 1990, la collection d'espèces cultivées de *S. edule* la plus importante du monde (CATIE, Turrialba, Costa Rica) de même qu'une autre de moindre dimension mais tout aussi importante (CIFAP, Celaya, Mexique) ont été éliminées. Heureusement, il existe encore quelques institutions dans le monde qui s'efforcent de conserver cet important patrimoine génétique, au moins en ce qui concerne la variation de l'espèce cultivée. Ainsi, au Mexique, on trouve la collection gérée par l'UACH à Veracruz, avec près de 150 échantillons de types cultivés de Puebla, Veracruz, Oaxaca et Chiapas. C'est la seule collection qui conserve actuellement des plants de quelques-uns des parents sauvages les plus importants de *S. edule*, comme *S. compositum* et les types sauvages de *S. edule*. Deux autres institutions qui gèrent des collections de *S. edule* sont l'Institut supérieur des sciences agricoles du Nicaragua (Centre expérimental de Campos Azules) et le Centre national de recherche sur les cultures maraîchères (EMBRAPA) au Brésil.

Pratiques culturales

S. edule se cultive de manière traditionnelle dans les petites parcelles, les arrière-cours et les jardins potagers. La caractéristique de viviparité de ses fruits est très connue des paysans, de sorte que les fruits choisis pour la consommation sont conservés sans qu'on les laisse germer, moyennant une petite entaille ou ponction dans les embryons, tandis qu'on laisse mûrir ceux qui sont sélectionnés pour la graine jusqu'à ce qu'on décide de les planter.

La forme commune et la plus efficace de multiplication est celle qui utilise la graine. Le type de semis le plus généralisé consiste à planter un ou plusieurs fruits complets. Dans certains endroits, cependant, on extrait soigneusement la graine et on la sème dans des pots ou d'autres récipients pour la repiquer en place plus tard.

Dans les zones de production traditionnelle, l'emplacement du semis se prépare préalablement en ouvrant dans le sol une cavité suffisamment grande pour permettre aux racines d'atteindre leur développement maximal. A côté des emplacements de semis, il est courant de préparer une tonnelle de bois ou autres matériaux pour permettre à la plante de grimper rapidement. Il est également fréquent que l'on sème près d'un arbre dans le même but.

Au cours des premières semaines de développement, les soins sont relativement importants (arrosage, fertilisation au moyen de fumier de bétail ou de poules, etc.), mais on considère que la protection des racines contre les dommages physiques et l'addition d'engrais naturels revêtent une grande importance pendant tout le cycle de vie de la plante.

Le semis peut se faire à n'importe quelle saison de l'année, mais il se fait couramment au début de la période des pluies. La durée du cycle productif est en moyenne de trois ans, et dans certains cas exceptionnels de huit ans.

Dans les plantations commerciales, la plantation se fait à partir de boutures enracinées ou de semences sélectionnées. On plante dans des lieux dotés d'un treillage permanent, à des distances permettant la cueillette la plus facile possible, le transport vers les chambres froides et le conditionnement.

Dans les plantations de type commercial, il est courant d'utiliser périodiquement des engrais chimiques et un engrais foliaire, ainsi que des herbicides et des nématicides. Le premier pays pour la production commerciale et l'exportation

de fruits de christophine est le Costa Rica; il est suivi du Guatemala, du Mexique et de la République dominicaine.

Perspectives d'amélioration

Bien que l'on puisse utiliser *S. edule* de façon intégrale et multiple (les différentes parties de la plante servent à de nombreux usages), dans divers pays la majorité de ses usages ne se sont pas diffusés et on n'a pas imaginé les moyens de les rendre accessibles à d'autres fractions de la population que les paysans.

L'utilisation la plus répandue à tous les niveaux est celle des fruits comme légume de table ou pour la confection de certains aliments industrialisés. La demande commerciale exige une production morphologiquement homogène qui écarte la possibilité de faire pénétrer sur le marché la remarquable diversité de fruits produite par les systèmes de culture traditionnelle. Cependant, les normes exigées pour l'exportation étant très différentes de celles qui correspondent aux produits de consommation locale, il y a peu de possibilités que l'on abandonne les variétés courantes et qu'il se produise une sérieuse érosion génétique de l'espèce.

Un plan d'intensification et de diversification de la culture de *S. edule* devrait comporter les projets suivants:

- Création de banques permanentes de gènes dans diverses localités d'Amérique centrale, pour maintenir la diversité variétale, les populations sauvages et affines. Ces collections pourront servir à évaluer la résistance aux maladies, le type de croissance et les caractéristiques organoleptiques des fruits. Elles permettront de fournir aux agriculteurs des matériels de semis nouveaux et serviront de base pour les travaux d'amélioration génétique.
- Programmes de sélection de variétés à haut rendement de racines ou à forte production de tiges jeunes. Les deux sont de consommation populaire, de haute valeur nutritive et pourraient être utilisés comme matériel de base dans les agro-industries.
- Développement de méthodes de multiplication végétative, qui fourniront aux agriculteurs un matériel de plantation à des prix raisonnables.
- Etudes fondamentales sur les maladies principales (*Ascochyta phaseolorum, Mycovellosiella cucurbiticola, Fusarium oxysporum* et des complexes de ces espèces et d'autres), surtout celles qui attaquent le fruit et qui provoquent de 35 à 40 pour cent de déchet dans la production commerciale.
- Identification de problèmes de traitement après récolte, de conditionnement et d'entreposage pendant le processus de commercialisation.

Bibliographie

Cruz-León, A. 1985-86. ¿Chayote o cruzas intergenéricas? Hallazgo y características. *Rev. Geogr. Agric.*, 9-10: 100-106.

Cruz-León, A. & Querol-Lipcovich, D. 1985. *Catálogo de recursos genéticos de chayote* (Sechium edule Sw.) *en el Centro Regional Universitario Oriente*. Chapingo, Mexique, UACH.

Flores, E. 1989. El chayote, *Sechium edule* Swartz (Cucurbitaceae). *Rev. Biol. Trop.*, 37(1): 1-54.

Jeffrey, C. 1978. Further notes on Cucurbitaceae. IV. Some New World taxa. *Kew Bull.* 33: 347-380.

Lira, R. 1988. Cucurbitaceae de la península de Yucatán: taxonomía y etnobotánica. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos, Jalapa, Veracruz. (Thèse)

Lira, R. 1990. *Estudios taxonómico y ecogeográfico de las Cucurbitáceas de Latinoamérica:* 1[er] rapport semestriel (janv.-août 1990). Rome, CIRP.

Lira, R. 1991. *Estudios taxonómico y ecogeográfico de las Cucurbitáceas de Latinoamérica:* 2e rapport semestriel (août 1990-janv. 1991). Rome, CIRP.

Maffioli, A. 1981. *Recursos genéticos de chayote,* Sechium edule *(Jacq.) Swartz (Cucurbitaceae).* Turrialba, Costa Rica, CATIE-GTZ.

Newstrom, L. 1989. Reproductive biology and evolution of the cultivated chayote *Sechium edule:* Cucurbitaceae. *In* G.H. Bock et Y.B. Linhart éds. *Evolutionary Ecology of Plants,* p. 491-509. Boulder, Colo., Etats-Unis. Westview.

Newstrom, L. 1990. Origin and evolution of chayote, Sechium edule. *In* D.M. Bates, R.W. Robinson et C. Jeffrey éds. *Biology and utilization of the Cucurbitaceae,* p. 141-149. Ithaca, N.Y., Etats-Unis, Cornell University Press.

Anones
(*Annona* spp.)

On estime qu'il y a dans le monde 2 200 espèces d'anonacées. Beaucoup d'entre elles sont fruitières, surtout dans les genres *Annona* et *Rollinia*; la majorité des espèces d'*Annona* et toutes les espèces de *Rollinia* sont originaires du Nouveau Monde.

Les indigènes ont soigneusement cultivé bon nombre de ces espèces en Amérique centrale, dans les vallées interandines, en Amazonie et ailleurs. D'autres fruits anonacés du Nouveau Monde comprennent des espèces d'*Asimina*, *Duguetia*, *Fusaea* et *Porcelia*. Ces arbres et arbustes fruitiers présentent une remarquable diversité et sont adaptés à des environnements différents; ils constituent un matériel riche pour les travaux d'hybridation, de sélection et de multiplication végétative. La haute valeur nutritive des fruits, leurs saveurs et leurs arômes très différents, ainsi que leurs formes et leurs couleurs attrayantes, justifient de tels efforts.

Il y a trois espèces qui sont marginales dans diverses régions de l'Amérique tropicale: *Annona cherimola*, *A. muricata* et *A. squamosa*; dans d'autres régions, la technologie de production et le traitement du produit ont été développés à un degré tel qu'on ne peut pas vraiment les inclure dans cette catégorie. Les techniques connues et les cultivars sélectionnés peuvent s'étendre aux régions où leur culture est encore en retard. En revanche, trois autres espèces, *A. diversifolia*, *A. reticulata* et *A. scleroderma* ont été marginalisées malgré leur valeur intrinsèque et potentielle. Les fruits des anonacées ne doivent pas être considérés uniquement comme des articles de luxe pour consommateurs riches, mais aussi comme faisant partie de l'alimentation des populations autochtones. Ces fruits ne se caractérisent pas seulement par leur saveur agréable, mais aussi par le fait qu'ils sont hautement nutritifs. Leur valeur alimentaire varie considérablement, mais la majorité d'entre eux abondent en hydrates de carbone, protéines, calcium, phosphore, fer, thiamine, niacine et riboflavine, et quelques-uns en magnésium, acide ascorbique et carotène. S'ils étaient abondants et à des prix raisonnables, ils permettraient une amélioration considérable de la nutrition de nombreuses populations.

Annona cherimola Miller, le cachiman, est croit-on originaire des vallées froides mais non gélives des Andes, entre 700 et 2 400 m. On en connaît d'excellents cultivars, tous à multiplication végétative, qui se cultivent à l'échelle commerciale en Espagne, au Chili, en Australie, en Israël, aux Etats-Unis (Californie et Floride) et sur l'île de Madère. Les fruits se vendent dans les supermarchés de beaucoup de pays et sont très appréciés.

Parmi les cultivars commerciaux, on peut citer Bay Ott, Chaffey, Dr White, Libby, Nata, Orton et Spain.

Dans les régions où le cachiman est encore marginal, il faut appliquer de nouvelles méthodes: pollinisation artificielle, greffe sur des sujets de la même espèce ou de *A. squamosa* ou *A. glabra*, appartenant à des cultivars supérieurs;

L'auteur de ce chapitre est H. Mahdeem (Boynton Beach, Floride, Etats-Unis).

lutte contre l'antrachnose et les insectes perforateurs de la graine; lutte contre la sauterelle verte; traitement et conditionnement du fruit.

A. muricata L. (*français:* corossol; *espagnol:* guanábana; *portugais:* graviola; *anglais:* soursop) est peut-être native des Antilles et de la partie septentrionale de l'Amérique du Sud; elle pousse entre 0 et 1 000 m d'altitude. Sa production commerciale s'est développée au Brésil, au Venezuela, au Costa Rica et dans d'autres pays pour la consommation locale et pour l'exportation. C'est dans ces zones de production que les pratiques culturales ont été établies; elles comprennent la lutte contre les insectes et les maladies et la protection des fruits dans des poches de plastique. La taille du fruit et sa teneur en sucre sont très variables. Les arbres supérieurs en qualité et en résistance doivent être greffés sur des sujets de la même espèce de *A. purpurea* et *A. montana* ou, avec beaucoup de difficultés, sur *A. glabra*.

A. squamosa L. (*français*: pomme-cannelle; *espagnol:* sarumuyo, anón; *portugais:* ata, pinha; *anglais:* sugar apple) paraît être native du sud-est du Mexique, dans des lieux secs entre 0 et 1 000 m, mais elle pousse bien aussi dans des régions d'humidité moyenne. Elle s'est répandue dans tous les tropiques, et en Inde elle présente une grande variabilité. Elle se multiplie par semences avec des résultats satisfaisants; les cultivars commerciaux sont cependant greffés. Parmi eux, Red Sugar, à peau rouge et pulpe blanche, est recommandé. Les principaux problèmes sont les insectes perforateurs de la graine, la sauterelle verte, les tendances à la momification des fruits et les difficultés de récolte et de conditionnement dues au manque de fermeté des fruits.

Le nom d'«atemoyas», dérivé de «ata» (en portugais) et de «cherimoya» (cachiman) se donne aux hybrides de ces deux espèces. On en connaît divers cultivars, qui sont cultivés commercialement aux Etats-Unis (Floride) et en Australie. Les meilleurs atemoyas conjuguent l'adaptation aux basses altitudes et aux climats chauds et la forte productivité et la saveur agréable de *A. squamosa* avec la peau ferme, le faible nombre de graines par rapport à la pulpe et la saveur et l'arôme de *A. cherimola*, de sorte que pour la qualité et les caractéristiques de conditionnement, ce produit est comparable aux meilleurs cachimans, mais avec une plus forte teneur en sucre. On procède actuellement à des croisements entre cultivars de cachiman et de *A. squamosa* Red Sugar et M-2 en vue d'obtenir des atemoyas dont les fruits aient une peau rouge ou rosée plus attrayante que celle des fruits verts dont on dispose actuellement. Les cultivars verts les plus connus sont Gefner en Israël et aux Etats-Unis et African Pride en Australie.

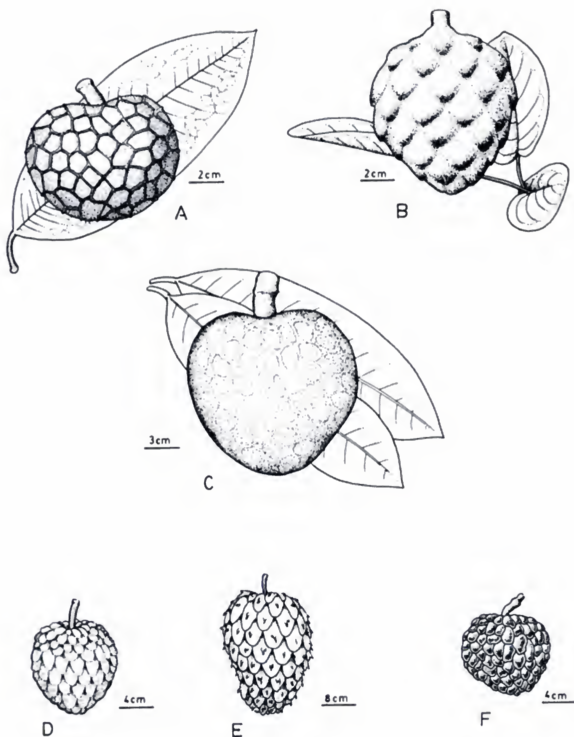
Annona diversifolia

Nom botanique: *Annona diversifolia* Saff.
Famille: anonacées
Noms communs. *Français:* chérimole des terres basses, ilama; *langues aborigènes:* ilama, ilamatzapotl, izlama, papausa; *espagnol:* anona blanca; *anglais:* ilama

Annona diversifolia est un arbre fruitier très estimé dans sa région d'origine, mais il ne s'est pas développé comme il le mériterait car il est planté presque exclusivement par les indigènes. Bien que ses fruits soient très appréciés et bien rémunérés sur les marchés du Guatemala, sa culture n'attire pas d'autres propriétaires agricoles, qui d'ailleurs n'obtiennent pas de crédit des banques pour ces arbres, alors qu'ils en obtiennent pour des arbres fruitiers exotiques. D'autres facteurs qui contribuent à marginaliser cet arbre sont sa faible productivité, la difficulté de germination des graines (encore qu'on connaisse des méthodes pour la faciliter artificiellement) et la faible durée de conservation du fruit sur les marchés (deux ou trois jours à température ambiante). Si

FIGURE 7

Anones: A. *Annona scleroderma*; B. *A. diversifolia*; C. *A. reticulata*; D. *A. cherimola*; E. *A. muricata*; F. *A. squamosa*



on les laisse mûrir sur l'arbre, les fruits se fendent mais si on les cueille dans cet état et si on les entrepose à température normale, les fentes se cicatrisent. Au Guatemala, on a l'habitude de les cueillir ainsi fendillés et de les faire mûrir dans des caisses ou dans des lieux fermés.

Description botanique

A. diversifolia se distingue des autres espèces d'anones du fait qu'elle possède deux types de feuilles: les feuilles normales obovales, glabres et à pétioles, et les feuilles en forme de bractées, rondes, caduques, sans pétioles, qui poussent à la base des rameaux. Sur la face inférieure des feuilles, des rameaux et des fruits, la surface a un aspect pulvérulent et blanchâtre, plus visible sur les variétés à pulpe blanche. Les fleurs ont trois pétales externes, de 2 à 5 cm de long, et trois internes plus petits; la couleur des fleurs est une caractéristique variétale et va du rose au rouge pourpre. Le fruit, de 12 cm environ de long, a une pulpe planche, rose ou rougeâtre, un arome typique et une saveur sucrée exquise, de l'avis général supérieure à ceux du cachiman. Les fruits sont très résistants, ou peut-être complètement immunes aux attaques de l'insecte perforateur de graines.

Ecologie et phytogéographie

L'ilama pousse sur le versant pacifique depuis le centre du Mexique jusqu'à El Salvador, entre 0 et 1 800 m, mais se cultive plus intensivement entre 200 et 600 m dans le sud-ouest du Guatemala. Cette région présente une saison sèche marquée (de décembre à mars), avec des précipitations annuelles entre 1 000 et 1 400 mm, et des sols volcaniques très fertiles.

Diversité génétique

A. diversifolia ne se cultive que dans des vergers où les arbres sont peu nombreux et la variabilité est très grande, particulièrement en ce qui concerne les caractéristiques des fruits: couleur (voir ci-après la liste des cultivars); texture, qui peut aller de légèrement pâteuse à juteuse, douce ou avec des concentrations de grains plus durs; et saveur sucrée, à arôme typique. Les cultivars de *A. diversifolia* sont les suivants:

- **Fairchild, Rosendo Pérez, Guillermo** et **Gramajo** ont des fruits à peau épaisse vert grisâtre, avec des aréoles proéminentes rondes et une pulpe rose. **Rosendo Pérez et Gramajo** ont des fruits de grande taille (ces cultivars ont été sélectionnés pour la Floride).
- **Imery** (sélectionné en El Salvador), donne de grands fruits dont la peau est moins épaisse et les proéminences moins marquées, vert-rosé (grisâtre-café à maturité), avec une pulpe rose comportant des taches plus intenses.
- **Pajapita**, à surface lisse et rosée (café à maturité), a une pulpe rose brillante.
- **Nilito** a une surface légèrement irrégulière vert-bleu et une pulpe rouge.
- **Román**, donne des fruits plus petits, avec une peau dure vert-bleu et des taches rosées, et une pulpe pourpre.
- **Genova white** a une peau vert blanchâtre, lisse et mince et une pulpe blanche.
- **Efrain** donne jusqu'à 200 fruits par arbre.

Sur les marchés du Guatemala, on vend une ilama à fruit vert-bleu, avec des marques en forme de tourbillon comme une peinture de Van Gogh, et une pulpe rouge brillante, délicieuse, qui se sépare facilement des graines. On n'a pas encore étudié les arbres d'où proviennent ces fruits.

La seule région pour laquelle on a évalué l'érosion génétique est le sud-ouest du Guatemala, où elle ne paraît pas sérieuse. Il n'existe pas de banques de gènes, et on ne connaît pas de technique de conservation en dehors des collections vivantes. La région la plus prometteuse pour de futures explorations est le sud-ouest du Guatemala et l'Etat de Chiapas au Mexique.

Pratiques culturales

L'ilama ne se cultive qu'avec d'autres arbres fruitiers, dans les patios des maisons ou dans les petites propriétés des indigènes. Elle se multiplie toujours par semence, laquelle présente une longue période de latence, difficile à interrompre. La graine ne doit pas être semée sans traitement préalable pour interrompre sa latence; il faut par exemple la tremper dans une solution d'acide gibérélique, l'exposer au soleil, la tremper dans l'eau chaude ou la stocker pendant deux à trois mois.

Perspectives d'amélioration

Dans le cas de *A. diversifolia*, il est urgent de travailler sur les aspects suivants:

- multiplication végétative, par greffe, des meilleures variétés, en utilisant divers sujets et diverses méthodes de greffe;
- interruption efficace de la latence des graines;
- récolte et exploitation commerciale des fruits;
- augmentation de la période de production (juillet et août) par la sélection de variétés précoces et tardives;
- création de banques de gènes au moins dans les localités de la zone pacifique d'Amérique centrale et du Mexique;
- intensification de l'exploration des zones productrices du Mexique, du Guatemala et d'El Salvador;
- hybridation avec d'autres espèces d'*Annona* pour la production de variétés de meilleure adaptabilité;
- étude d'une espèce sauvage affine: *A. macroprophyllata*, du Guatemala et d'El Salvador;
- étude de la possibilité que l'absence de mycorhize ou d'autres facteurs du sol soient responsables de la rareté de cette espèce dans d'autres régions d'Amérique centrale où le climat et le sol sont favorables, et étude de l'utilisation possible de la greffe dans ces cas-là.

Annona reticulata

Nom botanique: *Annona reticulata* L.
Famille: anonacées
Noms communs. Français: cœur de bœuf; *langues aborigènes:* cahuex, pox, qualtzapotl, tzumuy; *espagnol:* anona, anona colorada, anona rosada, corazón; *portugais:* coração de boi; *anglais:* bullock's heart, custard apple

Bien qu'on dise que *Annona reticulata* est native des Antilles, la présence au Guatemala et au Belize d'une variété sauvage, *A. reticulata* var. *primigenia*, et d'une variabilité très large des cultivars indique que cette zone peut être considérée comme la région d'origine de l'espèce. Elle a été introduite dans d'autres régions des tropiques américains et de l'Asie du Sud-Est sans être parvenue à acquérir une importance comparable à celle de *A. cherimola* ou de *A. squamosa*.

Parmi les causes de la marginalisation actuelle de *Annona reticulata*, deux semblent être les plus importantes: la reproduction par semence, qui fait que de nombreux arbres produisent des fruits de qualité très inférieure; et l'attaque par le perforateur de la graine qui dépose ses œufs dans les fruits jeunes.

Lorsque l'insecte adulte se développe, il perfore des tunnels à travers la pulpe, provoquant des infections mycotiques et de ce fait la détérioration du fruit.

Cette espèce présente plusieurs aspects attrayants: les fruits ont une saveur très agréable, généralement sucrée et crémeuse; le volume occupé par la peau et la graine est relativement faible, ce végétal n'est pas trop exigeant en ce qui concerne le sol.

Description botanique

A. reticulata est un arbre bas, à cime ouverte et irrégulière, à feuilles fines et glabres qui, dans certaines variétés, sont longues et étroites (de 10 à 20 × 2 à 7 cm), droites et pointues au sommet; dans d'autres, ridées et ayant jusqu'à 10 cm de large. Les fleurs se présentent généralement en groupes de trois ou quatre, les trois pétales externes étant longs et les trois internes très petits. Le fruit est en forme de cœur ou sphérique, de 8 à 15 cm de diamètre; la pulpe est variable selon le cultivar, de juteuse et très aromatique à dure et à saveur désagréable. Il existe une forte variabilité quant à la présence de groupes de cellules dures comme des grains de sable. La couleur extérieure et intérieure varie selon le cultivar.

Ecologie et phytogéographie

A. reticulata pousse en Amérique centrale dans les régions à saisons alternées, entre 0 et 1 500 m, et s'est étendue à l'Amérique du Sud. Mais c'est dans la première région que l'on rencontre les variétés qui, auparavant, étaient classées comme espèces: *primigenia*, déjà mentionnée, et *lutescens*, ou anone jaune qui pousse du Mexique jusqu'au Costa Rica.

Diversité génétique

En Floride (Etats-Unis), on a sélectionné des cultivars supérieurs, provenant spécialement du Belize et du Guatemala. Ils diffèrent par les caractéristiques de leurs fruits et même par leur compatibilité avec les sujets porte-greffes.

- **Tikal** est de qualité excellente et de production moyenne; la pulpe est d'un rouge brillant, sauf dans les zones blanches qui entourent les graines.
- **Canul** a des fruits moyens à surface rouge foncé cireuse et brillante; la pulpe est rouge pourpre, très aromatique et délicieusement sucrée, avec peu de concrétions de cellules dures.
- **Sartenaya** a des fruits moyens à surface rouge, cireuse et brillante; la pulpe est rose, à saveur et texture magnifiques. Bien que les fruits ne soient pas aussi attrayants d'aspect que ceux des deux précédents cultivars, l'arbre est plus robuste.
- **San Pablo** a des fruits allongés et grands à surface opaque, rouge clair; la pulpe est rose foncé, et son arôme et sa saveur sont agréables. C'est un cultivar vigoureux et productif.
- **Benque** a des fruits grands et coniques à surface rouge foncé; la pulpe est rose foncé, de saveur très agréable.
- **Caledonia** a des petits fruits à surface foncée très attrayante pour les cochenilles (*Phylophaedra*), qui ne sont pas courantes dans les autres variétés; la pulpe est rose et sa saveur excellente.
- **Chonox** a des fruits moyens à peau rouge et pulpe rose, juteuse et de très bon goût. Il est très productif, ce qui fait que ses fruits sont souvent de faible qualité. Il produit d'abondantes fleurs en groupes pouvant aller jusqu'à 16.

Parmi les anones jaunes, aucune sélection n'a été faite. Apparemment, il n'y a pas de grand risque d'érosion génétique. Il est possible qu'une exploration plus intense au Belize, au Guatemala en El Salvador permette de trouver de nouveaux cultivars.

Pratiques culturales

A. reticulata se reproduit généralement par semence, dont la germination est de faible à moyenne. La greffe se réalise habituellement sur des porte-greffe de la même espèce. La cueillette se fait selon les normes de changement de couleur des fruits, mais dans certains cultivars cela ne se produit pas et c'est au toucher que l'on détermine le degré de maturité. La peau est très fine et il faut manier les fruits avec beaucoup de soin. La plus

grande partie de ceux-ci sont produits pour la consommation familiale et, en dehors du Guatemala, il n'est pas courant de les trouver sur les marchés. L'avenir commercial de cette espèce dépend de deux facteurs: l'établissement d'arbres greffés en semant des cultivars de forte production ayant des fruits de grande qualité et de bonne apparence; et l'adoption de pratiques de lutte à l'aide de sacs protecteurs ou par éradication de l'insecte perforateur de la graine.

Annona scleroderma

Nom botanique: *Annona scleroderma* Saff.
Famille: anonacées
Noms communs. Français: cachiman cœur de bœuf; *langues aborigènes:* cawesh, cahuex, poshté; *espagnol:* chirimoya, anona del monte

Annona scleroderma est l'un des arbres fruitiers les moins connus du genre. Cultivé principalement dans le sud-ouest du Guatemala, il est remarquable par la structure du fruit qui, à la différence des autres anones cultivées, a une peau très coriace, ce qui permet de le manipuler beaucoup plus facilement et le rend résistant aux attaques d'insectes. Le fruit se coupe et la pulpe s'extrait à la cuillère. La valeur potentielle de cette espèce se trouve dans sa pulpe de haute qualité, sa peau dure et sa forte production. Ce fruit pourrait arriver à être un article d'exportation et de grande consommation locale.

Cependant, la hauteur de l'arbre (qui ne facilite pas la cueillette), le fait que les fruits sont attaqués par les oiseaux et la défoliation causée par le vent sont autant de facteurs qui nuisent à l'exploitation de cette espèce.

Description botanique

A. scleroderma est un arbre haut, qui atteint de 15 à 20 m. Les feuilles sont dures, lancéolées, de 10 à 25 × 5 à 8 cm, brillantes sur la face supérieure, légèrement pubescentes sur la face inférieure; les pétioles sont longs de 3 cm et cassants. Les fleurs, jaune verdâtre, aux pétales externes dotés d'une proéminence longitudinale, apparaissent sur les rameaux ou en groupes sur la partie ancienne des grosses branches. Les fruits se présentent en groupes compacts; ils sont sphériques, de 5 à 10 cm de diamètre, et se détachent généralement lorsqu'ils sont mûrs, sans changement notable de couleur; la pulpe crème a une saveur aigre-douce et une texture douce.

Ecologie et phytogéographie

Cette espèce croît à l'état sauvage sur le versant atlantique de Campeche au Honduras, mais ne se cultive que dans le sud-ouest du Guatemala, entre 300 et 1 000 m, sur le versant pacifique. Dans cette zone, dénommée la Bocacosta, les sols volcaniques sont très fertiles; il existe une saison sèche courte et les précipitations annuelles sont d'environ 4 000 mm. La fructification se produit entre la fin de décembre et le mois d'avril, avec un maximum vers le début de février.

Diversité génétique

Le caractère de variabilité le plus visible est la surface du fruit. Généralement, les aréoles sont marquées par des rebords qui forment un hexagone. Dans certaines variétés, les bords sont réduits à un réseau de lignes de couleur café sur une surface verte et lisse tandis que dans d'autres il existe une proéminence centrale dans chaque aréole; dans certaines variétés, il y a des bordures et des proéminences bien développées, alors que d'autres ont une surface irrégulière et ondulée. Il semble aussi y avoir des différences dans l'épaisseur de la peau, qui est en moyenne d'environ 3 mm, mais dans les variétés à peau lisse, celle-ci est un peu plus épaisse et dure. Les variétés du Pacifique sont vertes ou vertes avec des taches couleur café, tandis que du côté atlantique la peau

est très épaisse et de couleur vert rougeâtre. On ne connaît pas de cultivars fixés par multiplication végétative.

L'érosion génétique est évidente, car il s'agit d'une culture de superficie restreinte dans une région très peuplée où l'on a besoin de surface pour la construction ou pour cultiver davantage de café. Les arbres semés dans les plantations de café ont été détruits ou déformés parce qu'ils produisaient trop d'ombre, ou parce que les enfants qui cueillent les fruits causent des dommages. L'érosion génétique est très marquée dans cette espèce; il n'existe pas de banques de gènes, et l'on a introduit quelques rares plants en Australie et aux Etats-Unis (Floride). Il est donc urgent de recueillir du matériel dans le sud-ouest du Guatemala (San Felipe, San Andrés Villa Seca, San Sebastián, Colomba, El Tumbador, etc.).

Pratiques culturales

Les graines fraîches mettent près d'un mois à germer, qu'on les cueille et les sèche le même jour, ou qu'on les entrepose dans des sacs pendant une ou deux semaines. Il n'est pas nécessaire de les tremper ou de leur faire subir tout autre traitement. Les graines entreposées deux à trois mois ont mis près de six mois à germer. En Australie, *A. scleroderma* pousse bien greffée sur des porte-greffes de *A. muricata* et de *Rollinia mucosa*. Lorsqu'on plante un matériel greffé, il faut prendre en compte que les arbres doivent probablement être taillés de façon qu'il reste une cime large qui facilite la cueillette des fruits. Cela réduit également l'exposition au vent et les dommages causés par les oiseaux.

Il reste à étudier les besoins en ombre des plants jeunes, ombre qui semble favoriser la croissance. Cela dit, les arbres situés au soleil auraient un port plus bas et plus compact. Les arbres provenant de semences commencent à produire aux alentours de quatre ans, lorsqu'ils atteignent de 4 à 6 m de hauteur.

Perspectives d'amélioration

Les avantages de *A. scleroderma* comme fruit pour la consommation locale et l'exportation sont sa forte productivité ainsi que la saveur et l'arôme de sa pulpe, qui sont moins forts que dans les autres anones, mais différents et agréables. La pulpe crème ou gris crème, abondante, se sépare facilement des graines; elle ne comporte pas de grains sableux ni de fibres qui adhèrent aux membranes des graines. La peau épaisse et coriace ne se fendille pas; elle est très résistante à l'attaque des insectes et à la manipulation normale du conditionnement et du transport.

Les activités suivantes en ce qui concerne *A. scleroderma* méritent d'être étudiées de façon détaillée:

- collecte et évaluation de matériel génétique;
- multiplication par greffe sur des sujets de la même espèce ou d'espèces affines pour obtenir des arbres bas et à cime ouverte, qui facilitent la cueillette des fruits;
- exploitation en petits vergers ou en culture intercalaire;
- commercialisation, puisque c'est un fruit «nouveau» même pour les marchés du Guatemala;
- technologie du conditionnement et du transport pour prolonger le bon état du fruit et son acceptabilité sur le marché.

Bibliographie

Ahmed, M.S. 1936. Pollination and selection in *Annona squamosa* and *Annona cherimola*. *Ministry of Agric. Egypt Bull.*, 157.

Campbell, C.W. & Popenoe, J. 1968. Effect of gibberillic acid on seed dormancy of *Annona diversifolia* Saff. *Proc. Trop. Reg. Amer. Soc. Hort. Sci.* 11: 31-36.

Cañizares, J. 1966. *Las frutas anonáceas*. La Havane.

Fairchild Tropical Garden. 1990. Annona issue. *Tropical fruitworld*, 1(4): 93-131.

Leal, F. 1990. Sugar apple. *In* S. Nagy, P.E. Shaw et W.F. Wardowskz éds. *Fruits of tropical and subtropical origin.* Lake Alfred, Fla., Etats-Unis, FSS.

Lizama, L.A. et Reginato, G. 1990. Cherimoya. *In* S. Nagy, P.E. Shaw et W.F. Wardowskz, éds. *Fruits of tropical and subtropical origin.* Lake Alfred, Fla., Etats-Unis, FSS.

Morton, J. 1987. *Fruits of warm climates.* Greensboro, N.C., Etats-Unis, Media.

Popenoe, W. 1920. *Manual of tropical and subtropical fruits.* New York, Macmillan.

Safford, W.E. 1912. *Annona diversifolia,* a custard-apple of the Aztecas. *J. Wash. Agric. Sc.* 2: 118-125.

Safford, W.E. 1914. Classification of the genus *Annona* with descriptions of new and imperfectly known species. *Contr. U.S. Natl. Herb.*, 18(1): 1-68.

Sanewski, G.M. 1988. Growing *custard apples.* Queensland Dept. of Primary Industry and Energy, Australie.

Schwarzenberg, C. 1946. Polinización artificial del chirimoyo. *Agric. Tec.* (Chili) 4: 156-172.

Amarantes à grains (*Amaranthus* spp.)

Amaranthus cruentus *Amaranthus hypochondriacus*

Noms botaniques: *Amaranthus cruentus* L., *A. hypochondriacus* L.
Famille: amarantacées
Noms communs. *Français:* amarante, épinard du Soudan; *espagnol:* alegría, huautli (Mexique), bledos (Mexique, Guatemala), amaranto

Les amarantes occupent une place privilégiée parmi la grande diversité génétique qui existe en Amérique centrale, centre d'origine et de dispersion de nombreuses espèces. L'amarante était l'une des cinq plantes essentielles de l'alimentation de base des civilisations préhispaniques d'Amérique centrale, en même temps que l'élément fondamental de l'alimentation des tribus aztèques.

Il est difficile de classer l'amarante dans un seul des trois grands groupes d'aliments végétaux habituellement reconnus par les spécialistes en nutrition: *i)* céréales et tubercules riches en hydrates de carbone; *ii)* légumineuses et autres sources de protéines végétales; *iii)* fruits et légumes riches en fer et en vitamines, particulièrement A et C. Les amarantes appartiennent en fait aux trois puisque, outre qu'on s'en sert comme légume pour leurs feuilles, le principal intérêt de leur culture et de leur utilisation réside dans leurs graines qui, en plus des hydrates de carbone, contiennent entre 12 et 16 pour cent de protéines, avec une forte teneur en lysine.

Les trouvailles archéologiques faites à Tehuacán, Puebla, au Mexique, montrent que les amarantes étaient déjà cultivées il y a plus de 6 000 ans. C'est du temps de la civilisation aztèque, dans la vallée d'Anáhuac, qu'elles furent le plus utilisées. Leur culture commença à diminuer à l'époque de la colonie. L'huautli était tellement enraciné dans l'alimentation, la religion et les travaux des champs du Mexique précortésien que même un oiseau qui recherchait ses graines au temps de la récolte se nommait *uauhtotl*, mot qui vient de «huautli» et de *tototl* (oiseau). Une boisson (atole), qui se préparait avec de l'eau et de la farine de *huautli*, s'appelait *uauhatolli* et la pâte de farine farcie de sa feuille, *huauquiltamalmalizili* (pâté d'épinards). Les pratiques culturales faisaient aussi l'objet d'une nomenclature particulière. Ainsi, *uauhteca* était le semis des graines, *uauhpuztequemi* la récolte, et le nom de la graine non décortiquée *uauhtlipolocayo*. Dans la religion aztèque, il y avait des mois particuliers où l'on confectionnait avec la farine des graines du huautli et avec le miel d'agave une pâte appelée *tzoalli* avec laquelle on moulait, selon la festivité dont il s'agissait, différentes images, depuis de petites pyramides jusqu'aux images des déités des montagnes. Ces idoles se répartissaient en morceaux entre les participants et étaient ainsi consommées. Ce type de cérémonie parut aux yeux des colonisateurs semblable à l'Eucharistie chrétienne, aussi la culture de cette plante fut-elle

---

Les auteurs de ce chapitre sont G.A. Itúrbide (Instituto Politécnico Nacional, Durango, Mexique) et M. Gispert (Faculté des sciences, UNAM, Mexico).

l'objet de poursuites et sa consommation interdite. En fait, divers facteurs se conjuguèrent pour réduire la culture de l'amarante, principalement son remplacement par d'autres espèces de grains venues de l'Ancien Monde; le manque d'appréciation ou le dégoût de sa saveur, et des motifs religieux.

Les deux premiers facteurs ont été facilement prouvés, mais la démonstration du troisième n'a pas été aussi évidente en raison de la subtilité de son origine. Cela dit, au travers des chroniqueurs, en particulier religieux, on peut en rencontrer des preuves suffisantes. Les références au caractère diabolique de l'amarante sont constantes. Les deux mentions directes de la prohibition de sa culture ont été faites par le frère Bernardin de Sahagún en 1570 et par Ruiz de Alarcón en 1626.

Sahagún écrit dans l'*Historia general de las cosas de la Nueva España*, à la fin du premier livre, qui traite des dieux qu'adoraient les Aztèques: «Si tu sais qu'il y a quelque chose parmi ces naturels qui touche à cet objet d'idolâtrie, avertis-en immédiatement ceux qui ont la charge du gouvernement temporel ou spirituel pour qu'il y soit porté remède rapidement. [...] Il ne faut pas tenir pour bon chrétien celui qui ne poursuit pas ce péché et ses auteurs par des moyens licites et méritoires. [...] Le texte de la Sainte Ecriture a suffisamment montré la grande malignité de l'idolâtrie et des idolâtres. [...] Une autre erreur majeure concernant les démons [leurs dieux] qu'ils idolâtraient était qu'ils prenaient pour des dieux les «montagnes ceintes de nuages», qu'ils fabriquaient des images de *tzoalli* ayant une forme humaine, peintes de diverses couleurs, qu'ils appelaient *Tapictoton*, et à la fin de la fête divisaient les images entre eux et les mangeaient.»

Un peu plus loin, Sahagún décrit la festivité du dieu du feu Xiuhtecutli, dont on revêtait l'image de tous les vêtements du seigneur le plus révéré et sur l'autel duquel on plaçait un trône; on décapitait en sa présence de nombreuses cailles, «on répandait leur sang devant lui et on lui offrait également une coupelle d'encens comme à un dieu ainsi que des gâteaux qu'on appelait *quimaltemalli*, faits de feuilles d'amarante. On les mangeait aussi en son honneur dans tous les quartiers et dans chaque maison, en les offrant au feu avant de les manger, et on ne les mangeait jamais sans les avoir d'abord offerts.» Au point culminant de la cérémonie d'adoration du dieu de la guerre Huitzilopochtli également, la population de la grande Tenochtitlán (aujourd'hui ville de Mexico), à titre de purification collective, répartissait et consommait de petits morceaux de pâte de *tzoalli* qui représentaient son corps. On appelait ce culte *tecuelo* (le dieu mangé).

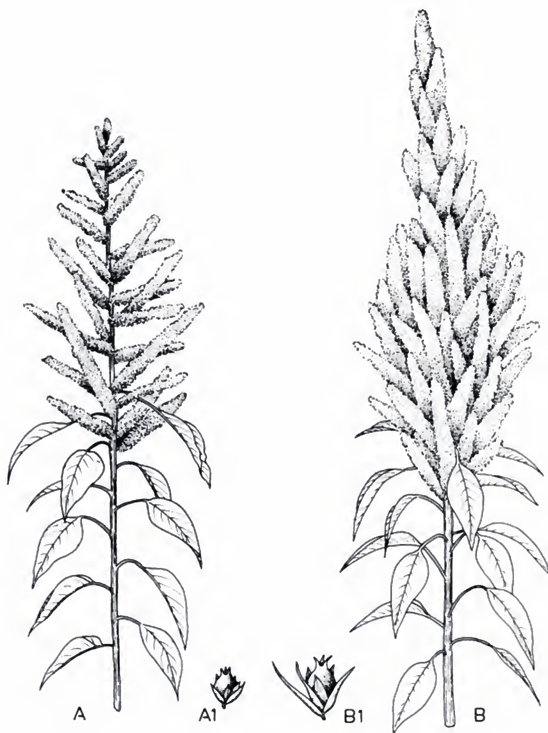
Comme on peut le voir, certains rites de la religion polythéiste des anciens Mexicains présentaient une grande similitude avec l'Eucharistie chrétienne.

En 1626, Ruiz de Alarcón parle de la rébellion qui existait dès cette époque parmi certains groupes indigènes contre le christianisme et de la permanence des cérémonies d'idolâtrie et de construction de dieux avec du *tzoalli*. La persécution religieuse de la consommation, et par conséquent de la culture de cette espèce, était tout aussi forte, comme le démontre le paragraphe suivant du chapitre III du *Traité des superstitions et coutumes païennes qui existent aujourd'hui parmi les Indiens naturels de la Nouvelle Espagne*, de Alarcón:

«L'idolâtrie consiste en actions de grâce pour l'arrivée à maturité des fruits; ils font des premiers qu'ils récoltent, bien moulus et formés en pâte, des idoles à représentation humaine d'à peu près un quart d'aune; pour le jour où ils les fabriquent, ils tiennent prêt beaucoup de vin et, une fois que les idoles sont faites et cuites, ils les mettent dans des oratoires comme s'ils y mettaient une image; ils leur mettent un cierge et de l'encens et leur offrent, parmi les bouquets, du vin préparé pour la consécration [...]; assis en rond

FIGURE 8

Amarantes à grains: A. *Amaranthus cruentus*; A1. fruit et bractées; B. *A. hypochondriacus*; B1. fruit et bractées



devant ces idoles, ils commencent avec beaucoup d'applaudissements à les honorer et à les louer [...]; en signe de sacrifice, ils versent de ce vin [...] en partie ou en totalité devant les petites idoles de hautli; cette action s'appelle *Tlatotoyahua*.[...] Les propriétaires des petites idoles les gardent avec soin pour le jour suivant où tous ensemble, ceux qui ont participé à la fête dans cet oratoire, après avoir rompu les petites idoles en morceaux comme pour des reliques, ils les mangent entre eux tous.[...] Cela prouve bien les extrêmes désirs et volontés du démon après son premier péché, l'orgueil de vouloir être semblable à Dieu notre Seigneur [...] puisque dans ce que je viens de conter, on voit si envié et imité le mystère unique du Saint Sacrement de l'Autel, dans lequel notre Seigneur rassemblant les bienfaits de notre rédemption ordonna que nous le mangions véritablement et le démon, ennemi de tout ce qui est bon, s'arrange pour que ces infortunés le mangent ou se laissent posséder par lui en le mangeant dans ces petites idoles.»

Dans le célèbre centre cérémonial du Monte Albán à Oaxaca, lorsqu'on découvrit la tombe n° 7, on trouva une pièce unique: un crâne humain couvert d'une mosaïque de turquoises. On pensa d'abord que la base utilisée pour son incrustation était une résine, mais on a prouvé par la suite que l'amalgame était du *tzoalli*, qui devait remplir en plus de la fonction de sculpture une autre fonction religieuse et purificatrice.

Outre les Nahuas, beaucoup d'autres, comme les Tepehuanos, les Mayas, les Tarahumaras et les Yaquies firent de l'amarante leur aliment rituel dans les offrandes ou dans la confirmation de leurs dieux. Les Coras l'appellent *bé-be* et les Huicholes *wa-ve*. Les Huicholes et les Purepechas fabriquaient des galettes en forme d'animaux qu'ils appelaient *tuycen*.

C'est le mode de préparation du *tzoalli* ou *tzoale*, c'est-à-dire le mélange de farine d'amarante avec du miel d'agave, qui est à l'origine de la fabrication actuelle de l'*alegría*, friandise que l'on vend depuis à peu près deux siècles dans les foires, les confiseries et les rues de Mexico. Le changement que l'on a introduit pour ne pas rappeler le *tzoalli*; a consisté à remplacer la farine par de la graine écrasée formant aussi une pâte avec le miel. La préparation de cette sucrerie est très simple: on fait éclater la graine en la chauffant et on lui ajoute du sirop de sucre de canne; on met le mélange dans des moules de 80 × 50 × 4 cm, on le compacte et on le coupe en cubes. On fait aussi des biscuits cylindriques. Cette friandise est parfois emballée dans des sacs en plastique, ce qui permet de la conserver de façon hygiénique et dans de bonnes conditions pendant plusieurs mois.

Bien que la confection de l'*alegría* soit le principal usage de l'amarante, celle-ci s'utilise aussi à une moindre échelle dans certaines régions pour la préparation d'atole, de farine grillée, de pâtés, de *chuales*[1], de desserts ou de glaces. On l'additionne aussi à un mélange de farine pour fabriquer des gâteaux et des crêpes; les feuilles jeunes s'utilisent pour faire des soupes. Il y a des modes de consommation auxquels on pourrait incorporer l'amarante, par exemple l'atole, le lait ou le pain que l'on sert habituellement aux déjeuners scolaires. Ce serait là une manière rapide de développer son utilisation. On pourrait aussi incorporer l'amarante aux galettes de maïs, aliment de consommation générale en Amérique centrale, ou en mélange avec d'autres farines pour les enrichir en protéines. Le développement agro-industriel que peut permettre cette plante est très prometteur, car l'amarante a une grande diversité d'utilisations possibles, que ce soit sous forme de farine, de pâtes pour les soupes et de pâtisseries, ou pour l'extraction de lysine et de tryptophane

[1] Du nahuatl *tzohualli*, pâte rituelle faite de graines d'amarante par les Aztèques; c'est un type de pâté qui se consomme près de Mexico les jours de festivités religieuses.

ou encore comme céréale. Pour cela, il faut mener à bien des études agronomiques et disposer de machines pour réussir un développement industriel et un traitement de l'amarante comparable à ceux du maïs.

Les graines d'amarante s'utilisent pour fabriquer de la farine (pour les galettes, la farine grillée, les gâteaux, les pâtes, les biscuits, l'atole, l'«agua fresca», les petites galettes salées, les desserts, le pain, etc.), ou encore éclatées (dans la friandise *alegría*, les céréales et les confitures) et pour extraire l'huile «escualeno» (pour la confection de cosmétiques).

Les feuilles se consomment en soupe, potage, concentrés protéiniques, colorants, laxatifs et comme légume. Les inflorescences servent d'ornement et les tiges d'aliments pour les animaux et de combustible.

Actuellement, les principales zones de culture au Mexique se trouvent dans les Etats de Guerrero, Mexico, Michoacán, Moleros, Tlaxcala, Puebla et Oaxaca. On cultive surtout *A. hypochondriacus* en climat humide, sur de petites superficies, avec des graines mélangées de variétés différentes comme on le fait pour le maïs afin d'assurer la récolte. Au Guatemala, on sème principalement *A. cruentus*, dans des conditions similaires de culture, dans les départements de Guatemala, Chimaltenango et Alta Verapaz.

Ces dernières années, on a enregistré au Mexique une grande avancée dans l'industrialisation de la graine d'amarante, qui se conditionne sous différentes formes pour la consommation humaine. On l'utilise aussi comme amidon dans l'industrie pharmaceutique. Au Guatemala, l'INCAP édite la revue *El amaranto*, qui traite des aspects agricoles et nutritionnels de cette plante.

Du fait de l'intérêt mondial croissant pour cette plante, le premier Congrès mondial de l'amarante a été organisé à Oaxtepec, dans l'Etat de Morelos (Mexique), en septembre 1991, avec la participation de spécialistes venus de nombreux pays: Argentine, Bolivie, Chine, Cuba, Equateur, Etats-Unis, Guatemala, Inde, Japon, Kenya, Mexique, Pérou et Venezuela. On y a exposé les derniers progrès concernant sa culture et son utilisation, et un réseau international de spécialistes en amarante a été créé lors de ce congrès.

Description botanique

Les amarantes sont des plantes annuelles, pouvant atteindre 3,5 m de haut; elles ont des feuilles elliptiques ou ovées-oblongues et lancéolées, à extrémité pointue à acuminée. Dans *A. hypochondriacus*, les inflorescences sont très grandes et ramifiées, de couleur uniforme, verte ou rouge, avec beaucoup de fleurs à bractées pointues, ce qui donne une impression d'aspérité lorsqu'on les touche. Dans *A. cruentus*, les plants sont de plus petite taille, jusqu'à 1,8 m, avec des inflorescences vertes ou rouges, parfois tachées et lisses car les bractées ne sont pas pointues. Les graines sont de couleur très variable.

Les inflorescences sont de couleur et de développement variables, avec une tendance à être plus érigées dans *A. hypochondriacus* et un peu plus pendantes dans *A. cruentus*.

La germination est épigée; les plantules sortent trois ou quatre jours après le semis, et à deux mois et demi la panicule commence à apparaître; la floraison se produit plus tard. Les graines ne présentent pas de problème de dormance et conservent leur viabilité à température ambiante pendant plus de cinq ans, à condition que leur taux d'humidité soit inférieur à 5 pour cent.

S'il y a des mécanismes de dormance dans la graine, c'est principalement dans les espèces sauvages. L'amarante possède des mécanismes défenseurs: panicules à épines, graines à texture épaisse et pruineuse qui permettent la germination les années suivantes.

Ecologie et phytogéographie

Les espèces d'*Amaranthus* cultivées en Améri-

que centrale se situent principalement entre 1 000 et 1 500 m. L'amarante se développe mieux dans des sols francs et francs-sableux; en général, elle ne supporte pas les sols argileux car ils absorbent trop d'humidité. Dans les zones à climat subtropical, il est possible d'obtenir deux récoltes par an, surtout dans les champs irrigués.

Dans les zones tempérées, les superficies cultivées sont assujetties en majorité au début de la saison humide aux mois de mai à juin, avec une moyenne de 500 à 800 mm de précipitations annuelles. Les rendements en grains varient de 800 à 1 200 kg par hectare, mais il est possible de les accroître en augmentant les densités de population et en utilisant des engrais. On a obtenu expérimentalement à Durango, au Mexique, des moyennes de 1 500 à 3 000 kg par hectare de grains, avec des arrosages auxiliaires au début du semis.

Diversité génétique

Il existe dans *A. hypochondriacus* une grande variabilité puisqu'on peut rencontrer des cultivars créoles à épis rouges, verts ou roses; la graine peut être crème, blanche, dorée ou noire. La coloration des feuilles correspond à celle des épis. La tige présente cependant des tonalités différentes. Les croisements entre cultivars de *A. hypochondriacus* sont viables, bien qu'ils soient autofertiles; il en est de même pour *A. cruentus*. Dans cette espèce, on trouve diverses couleurs d'épis: rouge, vert, orangé, rose et bicolore (rouge et vert). La coloration des feuilles et des pétioles correspond à celle des épis, et la tige a parfois aussi une couleur semblable. La graine peut être blanche, crème transparent ou dorée. Les croisements interspécifiques se sont révélés viables, ce qui donne à penser que la coïncidence de floraison peut produire des hybrides.

Jusqu'à maintenant, il n'existe que quelques variétés améliorées d'amarante en Amérique centrale. Au Mexique, l'INIFAP-CIFAP a obtenu la variété Revancha, qui se cultive dans les vallées hautes. Au CIIDIR-IPN, Unidad de Durango, on a obtenu cinq sélections de *A. cruentus* et trois de *A. hypochondriacus*, avec des caractères et des cycles de cultures différents.

L'utilisation de nouvelles superficies de culture et l'introduction de cultures plus rentables, ainsi que de superficies consacrées à l'élevage, provoquent une érosion génétique. C'est pourquoi il est indispensable de recueillir du plasma germinatif dans les principales zones de production, surtout pour les cultivars créoles dont la culture pourrait être abandonnée. La formation de banques de gènes est une tâche qui exige des actions rapides; c'est à cela que se consacrent l'INIFAP et l'UACH. Il est urgent que d'autres institutions se joignent à ce projet.

Le programme du CIIDIR-IPN, Unidad de Durango, a lancé en 1984 une série d'expérimentations agronomiques d'évaluation de matériel génétique et d'amélioration génétique de cultivars créoles pour les régions semi-arides; dans l'avenir, on se propose d'établir une banque de gènes. Les zones de prospection devront comprendre l'altiplano mexicain: Chihuahua, Sonora, Durango, Sinaloa, régions encore peu explorées et les Etats du centre et du sud qui n'ont pas encore été explorés dans leur totalité.

Pratiques culturales

La culture de l'amarante se fait de deux manières: en pépinière dans la région des jardins flottants (au centre du Mexique) et par semis direct.

Pépinière. Du 14[e] au 16[e] siècle, l'amarante se cultivait dans la vallée de Mexico dans des jardins flottants. Les pratiques agricoles de cette époque sont encore utilisées dans certaines localités proches du lac Xochimilco (Tulyehualco, Tláhuac, Mixquic). Elles consistent à préparer des pépinières et à transplanter ensuite. Les étapes à suivre sont les suivantes:

Construction de billons. Les billons peuvent mesurer de 11 à 20 m de long et 1,5 m de large, selon la quantité de plants. La dénivellation par rapport au jardin flottant est de 10 cm.

Sillon ou pépinière. On couvre le billon de limon extrait du fond de l'eau du jardin flottant jusqu'à atteindre le niveau du terrain, soit une épaisseur de 10 cm. Ce limon, qui est le principe agricole du jardin flottant, est très riche en matières organiques puisque c'est là que se déposent tous les résidus micro et macro-organiques du lac et de ses alentours.

Une fois la boue extraite et mise en place sur les billons, on laisse évaporer l'excès d'eau par exposition au soleil. Quand la consistance convient, on coupe la boue en large et en long, en formant de petits carrés de 4 × 4 cm (les *chapines*), ou occasionnellement carrés plus grands de 20 × 20 cm (les *tepehuales*), qui peuvent comporter jusqu'à cinq *chapines*.

Ensemencement. On pratique dans les *chapines* un orifice de 1 cm de profondeur à l'aide d'un doigt ou d'un épi de maïs. On dépose dans chaque trou six à huit semences. Le *chapín* ou la pépinière est ensuite recouvert de fumier sec de cheval, préférable parce qu'il est plus léger.

Découverture de la pépinière. Le troisième jour de germination de la semence, lorsque la plantule atteint de 3 à 9 mm, on découvre la pépinière, c'est-à-dire qu'on retire le fumier pour que la plantule pousse sans obstacle.

*Réalisation d'*acomanas. Une fois la pépinière découverte, les plantules y restent pendant un mois, poussant d'environ 5 à 10 cm. On commence à les détacher du sol et à les desserrer. Cela se pratique afin que les plantes ne s'enracinent pas dans le billon et arrêtent momentanément leur croissance, en attendant qu'arrive la saison des pluies (de juin à septembre).

Mise en caissettes. Selon le début des pluies, les *chapines* sont placées dans des caissettes de bois pour éviter que les plantules soient malmenées ou se cassent pendant leur transfert sur le terrain de culture.

Repiquage. C'est une tâche qui requiert au moins quatre personnes. L'une trace des sillons pour que la terre humide reste en dessous; une autre desserre les plantules pour n'en laisser que deux ou trois par *chapín*. Les *chapines* se rangent sur une «raquette» d'agave qui s'attache à un bout à la ceinture et à l'autre se tient à la main, ou bien on utilise une caissette posée sur l'épaule pour qu'une troisième personne laisse tomber tous les 60 ou 80 cm un *chapín* au fond du sillon; une quatrième personne règle le *chapín* pour que la plante soit érigée, en tassant la terre autour à la main ou avec le pied, ce qui termine le travail de repiquage.

Battage. On coupe les plants à 10 ou 20 cm de la surface du sol et on forme des gerbes de 10 à 15 plants qu'on laisse sécher pendant 15 jours. Le battage commence lorsqu'on met des brassées de plants secs sur une bâche étendue sur le terrain, pour réaliser le ballet traditionnel qui consiste à piétiner les épis jusqu'à ce que les graines se détachent. Celles qui ne le font pas sont soumises à un autre traitement qui consiste à fouetter plus fort l'épi avec une corde.

Propreté de la graine. On fabrique un buttoir avec un sac de corde attaché par les quatre coins à quatre troncs. Quelqu'un y verse des cuvettes pleines de semences, pendant qu'une autre personne les fait tourner à la main pour qu'en passant par les ouvertures du sac les graines tombent en dessous. En même temps, la première personne les évente avec un chapeau pour que l'air finisse de les nettoyer. A ces pratiques ancestrales s'ajoutent aujourd'hui des méthodes plus modernes (par exemple pour la fertilisation et le battage, qui ne sont plus manuels).

Emmagasinage. La manière la plus ancienne que l'on connaisse de stocker l'amarante est de la conserver dans des dépôts souterrains. On utilisait aussi des pots de terre (*cuexcomates*) de

grande taille (2,5 × 2,5 m, avec des parois de 10 à 12 cm d'épaisseur). On employait aussi le stockage en greniers, en paniers ou en cageots. Actuellement, on utilise toujours les mêmes moyens, mais on met plus souvent les grains dans des sacs de 50 kg environ, ou bien on construit des salles en ciment avec de la terre et de la boue qui empêchent le passage de l'humidité. Les semences d'amarante peuvent rester stockées plus de 10 ans dans des lieux secs et bien ventilés.

Semis direct. Dans les régions de Tlaxcala, Puebla, Oaxaca, Morelos et Guerrero, il est plus courant d'effectuer des semis directs à la volée sur les billons au début des pluies. Plus tard, on éclaircit les plants, ce qui est plus facile lorsqu'ils mesurent de 10 à 15 cm de haut. En général, les façons culturales sont semblables à celles que l'on utilise pour le maïs: buttage, fertilisation en deux étapes et sarclage des mauvaises herbes.

Dans ces zones de culture, la récolte se fait comme dans la vallée de Mexico. Aux mois de septembre et octobre, on coupe les épis; lorsque toutes les feuilles de la tige sont sèches, on forme des tas pour les battre et détacher les grains, qui sont ensuite passés au crible et nettoyés. On obtient en général des rendements variant entre 800 et 1 500 kg par hectare.

Perspectives d'amélioration

En Amérique centrale, il faut étudier aussi bien les aspects fondamentaux de cette plante que le développement de technologies agricoles pour les zones actuellement productrices et pour les zones d'extension future (zones semi-arides du nord du Mexique). Il faudra également promouvoir la consommation au niveau local et l'exportation. Il est indispensable de mettre en œuvre un programme complet de recherche fondamentale, de développement de techniques et de matériels améliorés, de campagnes de propagande sur le produit et sa valeur alimentaire. Le cas du Pérou peut servir d'exemple: un programme de ce type a permis de porter les rendements de 1 800 à 3 000 kg par hectare et jusqu'à 6 000 kg par hectare dans des champs expérimentaux. Un travail de vulgarisation complémentaire a été consacré aux différentes façons de consommer le produit et à l'emballage pour l'exportation.

Parmi les projets que l'on peut mettre en œuvre pour l'amélioration de la production de l'amarante en Amérique centrale, on peut envisager les suivants:

- création de banques de gènes dans les zones actuelles de culture (centre et nord du Mexique, hautes terres du Guatemala), pour caractériser et évaluer les cultivars créoles et en effectuer la sélection préliminaire;
- études d'adaptation de cultivars à des conditions nouvelles, en particulier au semis et à la récolte mécanisés;
- développement de nouvelles façons culturales: distance de semis, fertilisation, lutte contre les mauvaises herbes, les maladies et les ravageurs;
- développement de machines pour les conditions de saison des pluies et l'irrigation;
- travaux d'amélioration génétique à l'aide du matériel natif et introduit à partir d'autres régions où l'on cultive les deux espèces natives et *Amaranthus caudatus*;
- développement d'une campagne d'information sur la valeur nutritive de l'amarante et sur de nouvelles formes d'utilisation;
- études sur la manipulation du produit récolté, son conditionnement, sa transformation et sa commercialisation.

Les études effectuées devront comporter une composante économique et sociale pour évaluer les résultats expérimentaux. Du point de vue social, il faut chercher dans la culture intensive de l'amarante une contribution à l'amélioration de l'alimentation paysanne, comme on a tenté de le faire il y a quelques années au Guatemala.

Bibliographie

Alejandre Itúrbide, G. & Gómez, F. 1986. *Cultivo de amaranto en México*. Chapingo, Mexique, Dpto de zonas áridas, UACH.

Alejandre Itúrbide, G. 1990. Cruzas interespecíficas en amaranto. *Memorias del Congreso Nacional de Fitogenética*. Cd. Juárez, Chih., Mexique.

Alejandre Itúrbide, G. 1990. *Evaluación de germoplasma de amaranto*. Informe técnico. CIIDIR-IPN, Unidad de Durango, Mexique.

Bressani, R. 1991. Aspectos nutricionales del amaranto. *Memorias del Primer Congreso Internacional del Amaranto*. Oaxtepec, Morelos, Mexique.

Castilla Chacón, F. 1980. *El amaranto*. Chapingo, Mexique, Laboratorio de farinología. CIAMEC, INIA.

Espitia, E. 1991. Recursos genéticos de amaranto (*Amaranthus* spp). *In* R. Ortega Paczka *et al.*, éds. *Avances en el estudio de los recursos fitogenéticos de México*, p. 197-216. Chapingo, Mexique, SOMEFI.

Feine, L. 1980. An ethnobotanical observation and collection of grain amaranths in México. *Proc. 2nd Amaranth Conf.* p. 111-116.

Feine, L. *et al.* 1979. Amaranth: gentle giant of the past and future. *In* G.A. Ritchie, éd. *New Agricultural Crops*. Boulder, Colo., Etats-Unis, AAAS Selected Symposium 38.

Jain, S. & Kulakow, P. 1991. Genetic improvement of amaranth. *Memorias del Primer Congreso Internacional de Amaranto*. Oaxtepec, Morelos, Mexique.

National Research Council. 1984. *Amaranth: modern prospects for an ancient crop*. Washington DC, National Academy Press.

Pal, M. 1991. Development and use of amaranths in Asia. *Memorias del Primer Congreso Internacional de Amaranto*. Oaxtepec, Morelos, Mexique.

Sánchez, M.A. 1980. *Potencialidad agroindustrial del amaranto*. Mexico, CEESTEM.

Sauer, J.D. 1950. The grain amaranths: a survey of their history and classification. *Ann. Miss. Bot. Gard.* 37: 561-632.

Sauer, J.D. 1967. The grain amaranths and their relatives: a revised taxonomic and geographic survey. *Ann. Miss. Bot. Gard.* 54: 103-137.

Saunders, R. & Becker, R. 1984. *Amaranthus: a potential food and feed resource*. In *Advances in Cereal Science and Technology*. vol. VI p. 357-396.

Grosse sapote (*Pouteria sapota*)

Nom botanique: *Pouteria sapota* (Jacq.) H. Moore & Stearn
Famille: sapotacées
Noms communs. Français: grosse sapote; *espagnol:* zapote, mamey zapoteo, mamey colorado, zapota grande; *anglais:* sapote, mammee sapote, marmalade plum

Pouteria sapota, originaire des parties basses de l'Amérique centrale, est un arbre fruitier à pollinisation libre, qui se multiplie en général par semis. Ses fruits peuvent se manger crus ou cuits, et la pulpe s'utilise pour la confection de gelées, glaces et jus; quand elle est cuite, elle peut représenter un substitut acceptable de compote de pommes ou s'utiliser en pâtisserie.

Les analyses chimiques montrent que pour 100 g de pulpe on obtient 65,6 pour cent d'eau, 1,7 g de protéines, 0,4 g de graisses, 31,1 g d'hydrates de carbone, 2 g de fibres, 1,2 g de cendres, 40 mg de calcium, 28 mg de phosphore, 1 mg de fer, 115 mg de vitamine A, 0,01 mg de thiamine, 0,02 mg de riboflavine, 2 mg de niacine et 22 mg d'acide ascorbique.

Cette espèce a des débouchés extérieurs qui ne sont pas encore saturés. Elle peut jouer un rôle important comme source de revenu et contribuer en même temps à une bonne composition du régime alimentaire, en particulier des populations urbaines et rurales à faible revenu.

L'auteur de ce chapitre est J.A. Morera (Unité des ressources génétiques, CATIE/GTZ, Turrialba, Costa Rica).

Dans certaines régions d'Amérique centrale, les graines moulues s'utilisent pour donner au chocolat une saveur amère et un arôme caractéristique. Au Costa Rica, on s'en est servi pour amidonner le linge. Au Guatemala et en El Salvador, l'huile contenue dans la graine s'utilise comme tonique pour la peau, pour éviter la calvitie et pour réduire les douleurs musculaires et les affections rhumatismales.

Cet arbre produit du latex qui est employé comme caustique pour éliminer les mycoses. Son bois résistant permet de fabriquer des meubles et d'autres objets nécessitant des bois solides.

Du point de vue écologique, il est extrêmement important d'inciter à la culture de cette espèce, puisqu'elle aide à maintenir la diversité génétique et permet d'éviter que certains génotypes présentant une valeur potentielle disparaissent. L'implantation de la culture de cette espèce dans le cadre de systèmes de production traditionnels permettra de maintenir un développement fructicole durable. Le développement agro-industriel tirera avantage de la production de fruits d'une grande valeur nutritive et de sous-produits d'une haute valeur ajoutée.

Description botanique

P. sapota peut atteindre jusqu'à 20 ou 25 m de hauteur; il présente en général une cime symétrique ou irrégulière, des branches épaisses et un feuillage dense. Les feuilles sont de forme ovée ou lancéolée et se concentrent à l'extrémité des branches. Les fleurs sont petites et presque sessiles; elles poussent en grande quantité en dessous

des branches nouvelles et tout au long des branches sans feuilles. Chaque fleur comporte cinq étamines vraies et cinq fausses; le pistil ne possède qu'un seul stigmate et l'ovaire a cinq carpelles.

Les fruits peuvent être fusiformes, allongés, ellipsoïdaux ou sphériques, et peser jusqu'à 3 kg pour certains génotypes. La peau est dure, rugueuse et cassante, de couleur brun rouge. La pulpe varie en texture et en couleur, de rouge orangé à grisâtre; elle est aromatique, sucrée et douce à maturité, généralement avec quelques fibres selon le cultivar. En général, le fruit contient une ou plusieurs graines. Elles sont grandes, avec des extrémités pointues, de forme ellipsoïdale, de couleur café foncé, lisses et brillantes sur la partie dorsale et de couleur cannelle sur la partie ventrale. Les graines mettent entre 40 et 70 jours à germer. Ce processus de germination peut être accéléré en enlevant ou en scarifiant la peau avant de semer.

Ecologie et phytogéographie

On a peu écrit sur les conditions climatiques, les parasites, les maladies et autres facteurs limitants de la production et de la productivité de la grosse sapote. Les facteurs qui ont le plus d'importance du point de vue écologique sont l'altitude, le sol, la température et les précipitations, puisqu'ils peuvent limiter la zone de culture et que l'on peut en grande partie les considérer comme les facteurs les plus critiques pour son développement. Dans certains lieux, le vent peut être le facteur limitant le plus important. La facilité de propagation de certaines maladies et de certains insectes peut dépendre de l'humidité relative.

La grosse sapote s'adapte bien depuis le niveau de la mer jusqu'à 1 400 m. Elle pousse dans les argiles lourdes de Porto Rico, dans les argiles sableuses du Guatemala et même dans les sols sableux de Floride aux Etats-Unis.

Les caractéristiques essentielles du sol pour le développement optimal de la culture sont la qualité du drainage, la profondeur, le degré d'acidité, la fertilité, un niveau adéquat de la nappe phréatique et une perméabilité modérée. Dans les zones tropicales, on trouve beaucoup de sols qui présentent ces caractéristiques. Cependant, la potentialité photosynthétique de la plante est pratiquement inséparable des facteurs pédologiques, et c'est pourquoi la faible fertilité de certains sols tropicaux limite le rendement de cette espèce.

La grosse sapote ne supporte pas les températures basses, même si elles sont de brève durée. Selon le lieu, elle peut être rentable si on la plante dans des zones où la température n'est pas inférieure à 15 °C. Les températures extrêmes peuvent affecter momentanément l'une ou l'autre des fonctions de l'un quelconque des organes de l'arbre. Dans les régions où la production de la grosse sapote réussit le mieux, la température moyenne oscille entre 25 et 28 °C. Dans certaines plantations commerciales, notamment à Léon au Nicaragua, on obtient de bons rendements et une bonne qualité des fruits avec des températures situées entre 30 et 33 °C.

La quantité de précipitations qui convient à la culture de cet arbre oscille entre 800 et 2 500 mm, selon le type de zone d'exploitation. Si la saison sèche se prolonge dans une zone déterminée, la récolte peut se concentrer sur des périodes courtes, tandis que là où il n'existe pas de saison sèche, on peut obtenir des récoltes toute l'année, avec des indices maximaux de fructification.

Diversité génétique

Le mot «sapote» est dérivé de l'aztèque «tzapotl», nom collectif qui s'applique à diverses espèces de fruits ronds, sucrés et à grandes graines. La famille des sapotacées comprend d'autres espèces proches de grande valeur comme le chicozapote (*Manilkara zapota*), le camitier (*Chrysophyllum cainito*), le canistel (*Pouteria campechiana*), le pain de vie (*P. hypoglauca*), le lúcuma (*P. obovata*) et l'abiu (*P. cainito*).

FIGURE 9

Grosse sapote (*Pouteria sapota*): détails de la section et formes du fruit



TABLEAU 4 **Caractéristiques des meilleurs cultivars de grosse sapote en Floride, 1991**

Cultivar	Epoque de de la récolte	Poids (g)	Couleur de la pulpe	Saveur	Rendement
Abuela	Octobre-novembre	740 - 2 400	Rouge	Excellente	Normal
Area n° 3	Juillet-septembre	400 - 740	Rose	Bonne	Normal
Chenox	Mai-juin	400 - 850	Rose	Bonne	Normal
Copán	Juillet-août	425 - 900	Rouge	Excellente	Elevé
Flores	Novembre-décembre	740 - 2 400	Rouge	Excellente	Elevé
Florida	Mars-avril	400 - 1 130	Rougeâtre	Bonne	Elevé
Francisco Fernández	Août-septembre	560 - 700	Rougeâtre	Excellente	Normal
Lara	Août-septembre	400 - 1 130	Rougeâtre	Excellente	Elevé
Magaña	Avril-mai	740 - 2 400	Rose	Bonne	Elevé
Mayapán	Juillet-août	510 - 1 135	Rouge	Bonne	Elevé
Navidad	Décembre	400 - 740	Saumon	Excellente	Elevé
Pace	Mars-avril	425 - 900	Saumon	Excellente	Elevé
Patín	Juillet-août	400 - 1 130	Rougeâtre	Excellente	Normal
Piloto	Août-septembre	400 - 7 401	Rougeâtre	Excellente	Normal
Tazumar [1]	Janvier-février	400 - 850	Rose	Bonne	Elevé
Viejo	Décembre	400 - 500	Rouge	Excellente	Elevé

[1] Ce cultivar permet une deuxième récolte entre juillet et août.

Dans le classement le plus récent, les sapotes comprennent trois espèces: *Pouteria sapota*, *P. viridis* et *P. fossicola*, mais on admet qu'il y a des groupes intermédiaires (Pennington, 1990). Bien qu'il existe des différences morphologiques et parfois de distribution géographique, la valeur de ces trois classes serait, si on les compare à d'autres espèces fruitières, de niveau variétal.

En Floride, on exploite actuellement divers cultivars de sapote, qui ont fait l'objet de brèves descriptions (Campbell et Lara, 1982). On trouvera au tableau 4 la liste des 16 meilleurs.

Une grande partie de la variabilité génétique du genre *Pouteria* se rencontre dans les zones forestières tropicales non encore totalement explorées. Ces régions sont peu accessibles, et parfois l'existence de groupes de guerilleros dans les montagnes rend difficile la collecte des génotypes qui peuvent être en cours d'érosion génétique en raison de l'abandon dans lequel ils se trouvent. En outre, le développement urbain accélère la perte de diversité génétique de ces espèces et d'autres. Il est surprenant d'observer comment on abat chaque jour des arbres de grande valeur pour mettre à leur place des immeubles ou d'autres constructions sur les meilleurs sols à fort potentiel agricole. Les Indiens, au contraire, laissent les sapotiers à l'orée de la forêt, et il est fréquent au Guatemala de les rencontrer sur des terrains consacrés depuis longtemps à des champs de maïs.

La protection des ressources génétiques, y compris la famille des sapotacées, est une responsabilité internationale. Le coût et l'utilité de cette protection devraient se répartir de manière équitable. En général, beaucoup de pays qui présentent une grande diversité génétique sont des pays en développement qui ne peuvent pas se permettre de financer à eux seuls la protection *in situ* des

ressources génétiques. Il faut par conséquent un mécanisme international pour faire face aux coûts que cela implique. Avec cet appui financier, il faudrait s'occuper particulièrement des populations d'espèces endémiques de chaque région écologique et des zones de diversité exceptionnelle, surtout dans les forêts côtières, les forêts pluviales tropicales et subtropicales, ainsi que les montagnes isolées et autres lieux où il subsiste encore des espèces sauvages de grande valeur génétique.

L'intensification de l'agriculture a provoqué la réduction de la variabilité génétique de cette espèce tropicale en substituant aux cultivars sauvages de sapote d'autres espèces exotiques.

Pratiques culturales

D'une façon générale, les sapotacées se sont multipliées par semence. Il existe peu de plantations commerciales. Les fruits destinés à la consommation courante proviennent d'arbres solitaires qui poussent près des habitations ou qui sont intercalés avec d'autres cultures pérennes comme le cacao et le café.

Jusqu'à il y a quelques années, cette espèce ne commençait à produire qu'au bout de sept à huit ans puisqu'elle se multipliait par propagation sexuée par semence. Cela entraînait une grande variation dans les populations, réduisant énormément la possibilité de récolter des génotypes uniformes en taille, poids et qualité.

Actuellement, les méthodes de multiplication végétative de la grosse sapote consistent en greffes, ce qui améliore les caractéristiques de productivité et réduit de moitié la période qui s'écoule entre la plantation et la récolte. On corrige ainsi les problèmes d'incompatibilité entre le porte-greffe et la greffe, tout en conjuguant les caractéristiques souhaitables de la greffe aux qualités particulières du porte-greffe.

Avant de réaliser la greffe, il faut procéder à une bonne sélection des sujets. Les greffes doivent se faire à une époque où le sujet et la greffe se trouvent dans l'état physiologique approprié, de façon à permettre un plus grand pourcentage de réussite. Les méthodes de greffe privilégiées sont celles du placage latéral et de la fente centrale. Le moment optimal pour sélectionner le matériel végétatif (greffes) est lorsque l'arbre se trouve en période de repos, c'est-à-dire lorsqu'il perd tout son feuillage; cela se produit généralement en été. Pour sélectionner les greffes en hiver, il faut ceinturer les pousses 8 à 10 jours avant de procéder à la greffe. Les sujets porte-greffe doivent avoir à peu près 1 m de haut, 1,2 cm de diamètre et être âgés de neuf mois. Il faut tenir compte du fait que la coupe aussi bien sur le sujet que sur la greffe doit se faire dans la zone la plus uniforme des deux écorces, pour que l'union de la greffe et du porte-greffe soit totale. Une fois terminée l'opération, on ligature la greffe avec une bande spéciale et on applique un peu de paraffine fondue pour protéger la greffe.

Une semaine après, on coupe le sommet du sujet porte-greffe en laissant 30 cm entre la pousse et la greffe. On répète l'opération au bout de 15 jours en ne laissant que la greffe. Au bout de deux mois environ, la partie de la plante qui s'est soudée au porte-greffe commence à bourgeonner. Au bout de quatre mois, on enlève la bande pour permettre à la nouvelle pousse de se développer librement et, deux mois plus tard, on peut transplanter les sujets à leur emplacement définitif sur le terrain.

Situation actuelle de cette culture. L'Amérique centrale passe par une situation économique difficile qui se reflète dans le domaine agro-industriel. Il faudrait une reprise économique qui puisse se traduire par des investissements dans des produits non traditionnels. La grosse sapote peut être citée comme exemple d'espèce non traditionnelle qui offre un potentiel économique pour la diversification agricole de la région et permet

d'aboutir à un meilleur équilibre écologique.

En Amérique centrale, en Amérique du Sud et dans les Antilles, l'intérêt pour cette culture est récent. Il n'existe que quelques petites plantations commerciales ainsi que des arbres isolés dans des terrains vagues, qui peuvent permettre la promotion de cette culture aussi bien au niveau local que pour l'exportation.

Il n'existe pas dans ces régions de collections de matériel génétique, et l'on compte peu de personnel qualifié pour mener à bien le transfert technologique de la culture. L'Amérique centrale possède des caractéristiques climatiques, topographiques, édaphiques et sociales qui pourraient permettre un développement et une exploitation plus importants de cette ressource génétique. Malgré l'avantage potentiel qu'elle pourrait représenter pour les agriculteurs et l'industrie, il existe encore peu de recherches et d'informations sur l'exploitation et l'utilisation de la grosse sapote.

Une meilleure connaissance de la diversité génétique, des variations saisonnières de la production, de la qualité, de l'offre et de la demande de cette espèce permettrait d'inciter à la monoculture ou à la culture associée à d'autres cultures pérennes.

Perspectives d'amélioration

L'avenir de la culture de la grosse sapote est lié à la sélection des meilleurs génotypes existants pour chaque pays. Les critères de sélection devront se fonder sur la vigueur, la hauteur et la corpulence des arbres; la production, la forme et la taille des fruits; la quantité de pulpe et de fibres; l'arôme et la saveur. Il faudra étudier les exigences des marchés intérieur et extérieur, et comparer les prix de vente de cultivars donnés.

L'implantation de la grosse sapote peut être un processus lent étant donné qu'il exige des recherches, du temps et des investissements. L'expérience d'autres cultures indique que, sans stratégie adéquate de commercialisation et de développement soutenu, l'agriculteur peut y perdre. En effet, celui-ci ignore en général les normes de qualité qui régissent la production et les méthodes d'une exploitation efficace; il doit faire face à des coûts de récolte élevés, à des prix de vente faibles, à des rendements également faibles et à un marché en diminution. Il faut souligner que la recherche, la production commerciale et la commercialisation sont les facteurs clés pour implanter avec succès des cultures non traditionnelles.

Il faut qu'au début du développement d'une culture comme celle de la grosse sapote on réalise une évaluation pour déterminer son adoption probable par les agriculteurs. Il faudra considérer la zone d'adaptation, la disponibilité de terres, le crédit bancaire, les coûts de production, la sécurité du marché et les recettes nettes probables pour l'agriculteur et comparer ces facteurs à ceux d'autres cultures concurrentielles. Il faudra également recueillir des informations sur la disponibilité de génotypes particulièrement remarquables, les capacités en matière de pépinières pour les porte-greffes et les greffes, et les pratiques culturales aussi bien au niveau de la plantule qu'au niveau du terrain.

La coordination entre la production et la commercialisation est essentielle pour offrir un nouveau produit avec succès. Si le marché se crée avant que la production ne satisfasse la demande, les acheteurs risquent de s'en désintéresser, et le produit perdra son acceptabilité. Si la production excède la demande, les agriculteurs peuvent être déçus par les pertes et dans certains cas aller jusqu'à changer de culture.

En ce qui concerne les zones d'introduction potentielle et de culture, il faudra donner la priorité à l'échantillonnage de la diversité génétique. Cette étape peut demander au moins deux ans selon la disponibilité du matériel génétique. Pour les espèces largement dispersées ou localisées dans des zones géographiquement ou politiquement inaccessibles, les collectes peuvent se pour-

suivre de façon indéfinie. Il est indispensable d'établir des collections permanentes et de financer la conservation de celles qui existent déjà.

Du point de vue social, il vaut la peine d'intensifier la propagation de cette culture et de divulguer ses avantages nutritifs pour la population rurale à faible revenu. Du point de vue économique, l'exportation du fruit ou de la pulpe déshydratée aurait d'énormes avantages pour ces groupes, puisqu'elle constituerait une source de revenu en devises. Ecologiquement, cette espèce pourrait être associée à d'autres cultures pérennes comme le cacao et le café, assurant ainsi des revenus de secours pour l'agriculteur au cas où le cours de l'espèce pérenne principale sur le marché baisserait ou fluctuerait sans cesse.

Les processus de recherche et de développement peuvent comporter six étapes:

- exploration et collecte de plasma germinatif;
- observation et sélection de cultivars pour la consommation intérieure et l'exportation;
- études chimiques et utilisation;
- évaluation et validation agronomique;
- production et traitement pour la consommation locale et l'exportation;
- commercialisation.

Les expériences d'évaluation et de validation agronomique doivent être effectuées dans des lieux et des environnements différents, et comprendre les pratiques culturales, les méthodes de récolte, le rendement et la qualité. Il est indispensable de maintenir une forte diversité génétique, afin de pouvoir sélectionner des génotypes qui conviennent à chaque environnement.

Pour l'accomplissement de ce programme, il faut disposer de crédits à intérêt et à durée acceptables, ainsi que d'une volonté politique pour assurer l'exécution et l'appui technique jusqu'à la phase de commercialisation.

Bibliographie

Almeyda, N. & Martin, F.W. 1976. *Cultivation of neglected tropical fruits with promise*. Part 2. *The mamey zapote*. ARS-S-156, Washington, DC.

Campbell, C.W. 1967. The mamey sapote in southern Florida. *Proc. Fla. State Hortic.* Soc., 80: 318-320.

Campbell, C.W. & Lara, S.P. 1982. Mamey sapote cultivars in Florida. *Proc. Fla. State Hort. Soc.*, 95: 114-115.

Gutiérrez, G. 1984. *Técnicas de injertación en sapote* (Calocarpum sapota *Jacq*). Proyecto de Recursos Fitogenéticos. Turrialba, Costa Rica, CATIE/GTZ.

Kulwal, L.V., Tayde, G.S. & Deshmukh, P.P. 1985. Studies on softwood grafting of sapota. PKV, *Res. J.* Inde, 9(2): 33-36.

Lazo, F.R. 1965. El injerto del mamey colorado. *Arroz* (Colombie), 14(148).

Malo, S.E. 1970. Propagation of the mamey sapote. *Proc. Trop. Reg. Am. Soc. Hortic. Sci.*, 18: 165-174.

Morera, J.A. 1982. *El zapote*. Unité des ressources génétiques. Turrialba, Costa Rica, CATIE/GTZ.

Ogden, M.A.H. & Campbell, C.W. 1981. Canistel as a rootstock for mamey sapote. *Proc. Trop. Reg. Am. Soc., Hortic. Sci.* 93: 133-136.

Pantin, D. 1991. Mamey feature. Pantin's mamey conservations with Donald Pantin, mamey grower. *Trop. Fruit World*, 2(1): 2-17.

Pennington. 1990. *Sapotaceae. Flora neotrópica.*

Quilantan Carrero, J. 1979. Propagación vegetativa del mamey zapote. *Proc. Trop. Reg. Am. Soc. Hortic. Sci.*, 23: 180-182.

Whitman, W.F. 1966. The green sapote, a new fruit for South Florida. *Proc. Fla. State Hortic. Soc.*, 78: 330-336.

Woot-Tsuen, W.L. & Flores, M. 1961. *Tabla de composición de alimentos para uso en América* Latina. Guatemala, INCAP.

Mombin rouge, prunier d'Espagne (*Spondias purpurea*)

Nom botanique: *Spondias purpurea* L.
Famille: anacardiacées
Noms communs. Français: mombin rouge, prunier d'Espagne; *nahuatl:* ateyaxocotl; *espagnol:* jocote (Mexique [Oaxaca], Amérique centrale), ciruelo (Mexique [Jalisco, Yucatán]); *anglais:* hog plum

A l'arrivée des Européens, *Spondias purpurea* était largement cultivée du Mexique à la région septentrionale de l'Amérique du Sud, comme le montrent les descriptions des premiers chroniqueurs (Oviedo, Sahagún). Cette espèce s'est répandue dans les Antilles et le reste de l'Amérique du Sud et fut peut-être transportée du Mexique aux Philippines. Le fruit frais est de saveur très agréable et sa consommation va en augmentant. Il constitue une matière première intéressante et à bon marché pour la préparation de rafraîchissements, de confitures et de sirops; il se consomme en outre comme fruit sec. La marginalisation actuelle et la rareté des plantations commerciales sont en grande partie dues au manque d'attention des producteurs, des techniciens et des vulgarisateurs agricoles, qui consacrent leurs efforts à d'autres fruits plus demandés sur les marchés étrangers.

L'utilisation la plus de généralisée de *S. purpurea* est celle du fruit frais, pour la consommation locale et pour approvisionner les marchés des villes. Au Mexique et au Guatemala, on l'utilise sous d'autres formes, qui sont peut-être d'origine post-hispanique. La première consiste à mettre les fruits à bouillir pendant 5 à 10 minutes dans la saumure, puis à les faire sécher au soleil sur un grillage ou une natte posées sur des tables, pendant trois jours, ou dans des séchoirs sur des tables roulantes, pendant 10 à 12 heures. Au cours de ce processus, le fruit en séchant se réduit à un quart de son volume. Une deuxième utilisation consiste à faire chauffer les fruits dans l'eau sans sel et à les sécher au soleil. Un troisième procédé pour obtenir ce qu'au Mexique on appelle «prune noire» consiste à piquer la peau des fruits et à les plonger dans un sirop (1 kg de sucre pour une bouteille d'eau), puis à maintenir à ébullition jusqu'à ce que le sucre brûle ou se concentre. La «prune cristallisée» est une quatrième façon de préparer le fruit, analogue à la précédente, sinon que les fruits sont cueillis en cours de maturation et soumis à ébullition pendant un temps plus court.

Il y a encore d'autres manières d'utiliser la pulpe de *Spondias* en la mélangeant avec de la farine de maïs et du sucre pour préparer l'atole (boisson à base de maïs) et pour la préparation de vin, de *chicha* (boisson alcoolisée) et de rafraîchissements.

Les analyses des fruits frais indiquent que le pourcentage d'humidité dans la pulpe varie de 76 à 86 pour cent; la teneur en protéines et en graisses est très faible, mais les fruits contiennent des quantités appréciables de calcium, phosphore, fer et acide ascorbique.

L'auteur de ce chapitre est J. Axayacatl Cuevas (Departamento de Filotecnia, Unidad de Estudios Etnobotánicos, UACH, Mexique).

On observe actuellement une augmentation de la consommation dans toute l'Amérique centrale. La majeure partie de la production vient d'arbres isolés ou de haies vives et très peu de plantations bien ordonnées et entretenues, comme celles que l'on voit autour de la ville d'Oaxaca. C'est pourtant un fruit très prometteur car il est bien accepté sur le marché, et il s'agit d'une espèce rustique, très résistante à la sécheresse, facile à produire dans des sols pauvres et à multiplication uniquement végétative, ce qui assure une récolte précoce.

Description botanique

S. purpurea est un petit arbre de 4 à 8 m, à cime large, tronc irrégulier et branches cassantes. Les feuilles se composent de 5 à 12 paires de folioles elliptiques et pointues de 2 à 4 cm de long, qui tombent avant l'époque de la floraison. Les fleurs sont rouges et se présentent en panicules de 3 à 5 cm, placés tout au long des petites branches. Le fruit se présente en drupe irrégulièrement ovale, un peu bossue, lisse et brillante, de couleur violacée à jaune, de 4 à 5,5 cm de long, avec un noyau ligneux qui renferme les graines. La pulpe est peu abondante, crémeuse, jaunâtre, aigre-douce dans les variétés cultivées, très acide dans les variétés sauvages. Elle contient de l'acide malique, du sucre, du malate de calcium et de l'amidon. Le cycle de croissance n'a été étudié qu'au Mexique, à Sinaloa et à Puebla. A Sinaloa, les arbres ont leur feuillage de juin à octobre et celui-ci tombe d'octobre à décembre; les arbres restent nus de janvier à mai; la floraison se produit en février et mars et la fructification en juin. A Puebla, les arbres sont feuillus de mars à octobre, perdent leurs feuilles d'octobre à décembre et restent nus de janvier à avril; la floraison s'étend de décembre à janvier et les fruits mûrissent en avril et en mai. Un aspect du plus grand intérêt est l'absence de formation de graines dans cette espèce, étudiée pour la première fois aux Philippines. A l'intérieur de la «noix», qui occupe la partie centrale du fruit, on ne trouve que des restes de graines avortées. Cela est dû à la mauvaise formation à la fois du pollen et de l'oosphère. La distribution naturelle est donc totalement limitée, mais la facilité avec laquelle poussent les tiges et les branches et leur fragilité permettent une propagation naturelle très limitée. On doit peut-être à l'action de l'homme la reconnaissance et la conservation des nombreuses variantes que présente cette espèce.

Ecologie et phytogéographie

Les populations naturelles de *S. purpurea* poussent dans des zones à saisons alternées depuis Sinaloa et Jalisco au Mexique jusqu'à la Colombie et depuis le niveau de la mer jusqu'à 1 200 m d'altitude. On sait que cette espèce a été apportée du Nicaragua au Panama et à l'Amérique du Sud sous forme de boutures dont la viabilité est de plusieurs semaines. Elle pousse dans des régions à faible humidité et reste sans feuillage pendant la saison sèche. Elle a été introduite dans des régions tropicales similaires en Asie du Sud-Est ainsi que dans des zones subtropicales (Floride).

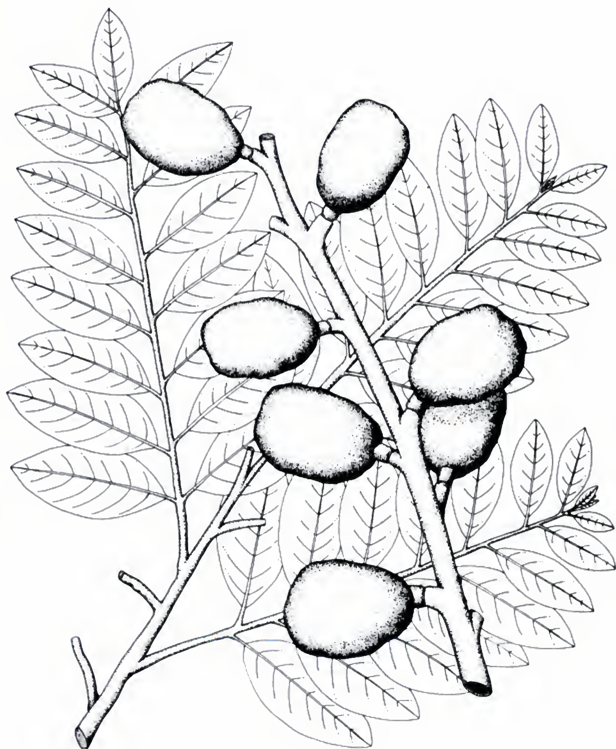
Diversité génétique

On connaît de nombreuses variétés clonales de *S. purpurea*, sans qu'on les ait formellement caractérisées. Au Yucatán, il existe 20 variétés, et bien que certaines puissent appartenir à *S. lutea*, c'est peut-être la concentration variétale la plus remarquable d'Amérique centrale. Ak-abal, à petits fruits de médiocre qualité, et à racines sucrées et juteuses comme celles de l'espèce brésilienne *S. tuberosa*, est utilisé en saumure. Les variétés cultivées peuvent se diviser en deux groupes:

Les pruniers d'été. Ils fructifient (en Amérique centrale) durant la saison sèche, de février à mai; leurs fruits sont ellipsoïdaux, de 2,5 à 3 cm de long, lisses, à peau pourpre et à pulpe jaune, sucrée et légèrement acide; quand ils sont verts,

FIGURE 10

Mombin rouge, prunier d'Espagne (*Spondias purpurea*)



on dirait des olives. Les variétés Tronador, Criollo, Nica et Morado poussent entre 0 et 800 m.

Les pruniers d'hiver. Ils sont de meilleure qualité, avec des fruits de 3,5 à 4,5 cm de long, rouges ou jaunes, lisses ou avec des protubérances, à pulpe ferme, sucrée, à peine acide; ils mûrissent à la fin de la saison des pluies, de septembre à décembre. La plupart des variétés poussent entre 800 et 1 200 m, et on connaît les variétés Petapa, Corona et Cabeza de loro.

On a proposé de considérer ces deux groupes comme des espèces différentes, mais leurs caractères distinctifs se situent dans la fourchette variétale courante pour les espèces cultivées. Les populations sauvages, comme celle que l'on appelle au Costa Rica «jocote de iguana», ont des fruits très attrayants, rouges ou bruns, à pulpe jaune semblable à celle de certains raisins, mais acide et astringente. Il existe d'autres variétés sauvages en Amérique centrale, dont certaines portent des noms communs. Comme il s'agit d'une espèce où les croisements doivent être très difficiles, ni la richesse variétale, ni les espèces affines comme la prune myrobalan (*S. lutea*) ne sont d'une grande utilité pour l'amélioration génétique. En revanche, l'étude et l'évaluation de la variation clonale peut offrir de nouveaux matériels. Dans ce sens, plusieurs régions présentent un intérêt particulier: la zone pacifique du Nicaragua, qui est célèbre pour ses prunes myrobalan depuis l'époque de la colonisation; le Yucatán, où existent de nombreuses variétés; le sud-ouest du Mexique et la région voisine du Guatemala. Il n'existe pas de collections de matériel génétique, mais elles ne sont pas difficiles à créer ni à entretenir. Outre *S. lutea*, il existe deux espèces cultivées: une espèce ambrée, la prune de Cythère (*S. dulcis*), de Polynésie, que l'on cultive de façon sporadique en Amérique tropicale; et l'imbú (*S. tuberosa*), de la région sèche du nord-est du Brésil, dont les fruits sont d'excellente qualité. Ces trois espèces se multiplient par semence.

Pratiques culturales

S'agissant d'une espèce à multiplication végétative, le matériel de reproduction est constitué de boutures droites, de plus de 6 cm d'épaisseur et d'au moins 1,5 m de long, à coupe horizontale. On les coupe au début de la production de feuilles, qui en général coïncide avec le début des pluies. Les boutures sont maintenues à l'ombre pendant 15 jours et se plantent à 8 m de distance et 30 cm de profondeur. En général, la seule pratique culturale est la taille des branches pour provoquer la formation de nombreux gourmants le long des branches principales. Cette taille doit se faire tous les ans, puisque les fleurs apparaissent sur les branches de l'année. L'expérience des producteurs du Mexique est que l'élagage augmente la taille et le poids des fruits.

A Oaxaca, il existe des plantations commerciales où les arbres sont élagués à 2 m de hauteur. Les boutures se plantent en double file, inclinées, avec 3 m de distance entre chaque paire de rangées. Lorsque les plantations sont taillées, elles ressemblent aux vergers de pommiers en Europe.

Il n'y a pas de ravageurs sérieux autres que les mouches du fruit, méditerranéennes (*Ceratitis capitata*) et mexicaines (*Anastrepha ludens*), qui provoquent des dommages importants.

La récolte sur les arbres taillés est une opération facile qui se fait en secouant les branches à l'aide de perches; les fruits se ramassent sur le sol. Dans toute la région où l'on produit le prunier d'Espagne, on consomme beaucoup les fruits verts; on consomme également vertes les prunes de Cythère (*S. dulcis*).

Perspectives d'amélioration

S. purpurea peut être cultivée dans des terres marginales, à faible valeur agricole; elle pourrait représenter un élément de reboisement et produire pour les agriculteurs des revenus supplémentaires. La production saisonnière est courte et il faut rechercher des variétés tardives ou précoces

qui permettent de l'allonger. La commercialisation locale et dans les grandes villes ne présente pas de grands problèmes, car c'est un produit bien accepté.

La limitation principale est l'attaque des mouches du fruit, car la lutte est chère et hors de portée des petits producteurs. Une évaluation des cultivars qui présenteraient une certaine résistance serait très utile, ainsi que des mesures agronomiques tendant à diminuer l'infestation par les mouches.

Un autre thème à étudier est l'effet des défoliants pour l'accélération de la formation des fruits.

Pour le moment, il n'existe pas d'industrialisation du fruit. L'amélioration des procédés primitifs décrits plus haut et la recherche d'autres procédés, comme on l'a fait en Floride avec le séchage artificiel de tranches de pulpe, peuvent ouvrir de nouvelles possibilités de consommation.

Il est urgent de recueillir les variétés de *S. purpurea* dans une ou plusieurs banques de gènes, de façon à permettre une évaluation rapide de leurs caractéristiques génétiques (résistance aux insectes, période de production, réaction à la taille) et de distribuer des matériels de plantation aux agriculteurs. Dans les zones où l'espace est suffisant, il faut recommander de planter *S. purpurea* en haies vives, puisque la production de fruits constitue un revenu supplémentaire pour l'agriculteur.

Enfin, il faut étudier les problèmes de transport et de conditionnement, pour voir comment on peut en améliorer les procédés, car pour le moment ils sont très primitifs.

Bibliographie

Barrios, D.C. de la C. 1972. *Observación de poda en ciruela tropical.* Simposio sobre la investigación, el desarrollo experimental y la docencia de CONAFRUT.

Carbajal, C.E. & Castro, M.M. 1981. *Evaluación del diámetro y la altura de la estaca en la propagación del ciruelo mexicano* (Spondias purpurea *L.*) *en CONAFRUT de Rosario, Sinaloa.* Mexique, SSIDED, CONAFRUT.

Hernández, L.A. 1977. *Estudio sobre identificación y selección de criollos sobresalientes en ciruelo mexicano* (Spondias purpurea *L.*) *en el Estado de Veracruz.* Mexique, SSIDED, CONAFRUT.

León, J. & Shaw, P.E. 1990. *Spondias*, the red mombin and related fruits. *In* S. Nagy, P.E. Shaw et W.F. Wardowsky, éds. *Fruits of tropical and subtropical origin*, p. 116-126. Lake Alfred, Floride, Etats-Unis, FSS.

Manjarrez, M., Tisnado, N. & Carbajal, G. 1980. *Fertilización en ciruela mexicana* (Spondias purpurea *L.*). Rosario, Sinaloa, Mexique, CONAFRUT-SARH.

Martínez, B.A. 1988. Efecto de defoliantes en la producción temprana de ciruela mexicana (*Spondias purpurea* L.) en San Bernardo, Acatlán, Puebla. Chapingo, Mexique, UACH. (Thèse)

Martínez, L.C. 1988. Problemática y programación de la asistencia técnica en el cultivo de la ciruela mexicana (*Spondias purpurea*) en el Municipio de San Jerónimo Xayacatlán, Puebla. Chapingo, Mexique, UACH. (Thèse)

Nava-Kuri, G.G. & Uscanga, M. 1979. Estudio físico y químico de doce tipos de ciruela (*Spondias* sp.) en el Estado de Veracruz. *Proc. Trop. Reg. Am. Soc. Hort. Sci.*, 23:132-136.

Souza Novelo, N. 1949. Los ciruelos de Yucatán. *Bol. Soc. Bot.* México. 9: 5-12.

Coquerelle
(*Physalis philadelphica*)

Nom botanique: *Physalis philadelphica* Lam.
Famille: solanacées
Noms communs: *Français:* coqueret officinal, coquerelle, physalis; *espagnol:* tomate de cáscara, tomate de fresadilla, tomate milpero, tomate verde, tomatillo (Mexique), miltomate (Mexique, Guatemala); *anglais:* husk-tomato

Physalis philadelphica est une solanacée cultivée au Mexique et au Guatemala, originaire d'Amérique centrale. Diverses découvertes archéologiques démontrent que son utilisation dans l'alimentation de la population mexicaine remonte aux temps précolombiens. En effet, on a trouvé des vestiges d'utilisation de *Physalis* comme aliment dans les fouilles de la vallée de Tehuácan (900 av. J.-C.–1540 ap. J.-C.). A l'époque préhispanique, elle était au Mexique beaucoup plus appréciée que la tomate (*Lycopersicon* sp.); cependant, cette préférence ne s'est pas maintenue, sauf dans le milieu rural où, en dehors de la persistance des habitudes alimentaires anciennes, on apprécie aussi la plus grande résistance de la coquerelle au pourrissement. Il est possible qu'en raison du bel aspect du fruit et de modes de consommation indépendants du poivron (*Capsicum* sp.), la «jitomate» ait été mieux acceptée en dehors de l'Amérique centrale et que le *Physalis* sp. soit resté marginalisé et sa culture abandonnée, comme cela s'est passé en Espagne. Il faut remarquer que ce n'est qu'au centre du Mexique qu'on connaît le fruit de *Lycopersicon* sp. surtout sous le nom de «jitomate», puisque dans d'autres parties du pays et en Amérique centrale et du Sud on l'appelle «tomate».

P. philadelphica a été domestiquée au Mexique et de là importée en Europe et dans d'autres parties du monde; son introduction en Espagne a été bien étudiée. En fait, on croit que cette espèce est originaire de la partie centrale du Mexique et aujourd'hui, dans cette région, on en rencontre des populations sauvages et domestiquées.

Le nom de «tomate» est dérivé du nahuatl «tomatl»; ce vocable est générique pour les plantes dont les fruits sont ronds ou en forme de baie, avec beaucoup de graines et une pulpe aqueuse, et sont parfois enfermés dans une membrane.

Parmi le grand nombre d'espèces du genre *Physalis*, très peu sont utilisées pour leurs fruits. *P. peruviana* L. (coqueret du Pérou) est cultivée au Pérou depuis l'époque précolombienne. Les fruits de *P. chenopodifolia* se cueillent dans l'Etat de Tlaxcala au Mexique. En Europe, on cultive *P. alkekengi* en tant que plante ornementale, étant donné la beauté du calice du fruit. Les fruits sont également utilisés dans le centre et le sud de ce continent.

La coquerelle a été jusqu'à aujourd'hui un élément constant du régime alimentaire mexicain et guatémaltèque, surtout sous forme de sauces préparées avec ses fruits et des piments moulus,

Les auteurs de ce chapitre sont S. Montes Hernández (Programme de ressources génétiques, INIFAP, CIFAP, Gto. Celaya, Guanajuato, Mexique) et J.R. Aguirre Rivera (Centro de Botánica, Colegio de Postgraduados, Chapingo, Mexique).

qui améliorent la saveur des mets et stimulent l'appétit. On utilise aussi ce fruit dans des sauces au piment vert, principalement pour en atténuer la saveur piquante. Avec le fruit, cuit ou même cru, on fait des purées ou des hachis qui servent de base pour des sauces au piment, connues génériquement sous le nom de sauces vertes; on peut les utiliser pour accompagner des mets préparés ou les employer dans la préparation de divers ragoûts. L'infusion des peaux (calices) s'ajoute aux pâtés de viande et de maïs pour en améliorer la consistance spongieuse et aussi à la pâte des beignets; on l'utilise également pour donner de la saveur au riz blanc et attendrir les viandes rouges.

On a commencé à industrialiser le fruit au Mexique il y a près de 10 ans, et actuellement on estime que l'agro-industrie en transforme 600 tonnes par an, dont 80 pour cent s'exportent vers les Etats-Unis, entiers et pelés, en boîtes; le reste est destiné à l'élaboration de sauces conditionnées pour le marché interne. *P. philadelphica* prend actuellement de l'importance comme culture introduite en Californie, du fait de la popularité croissante de la cuisine mexicaine aux Etats-Unis. En outre, on lui attribue de nombreuses propriétés médicinales.

Selon les statistiques officielles, en 1984 on en a planté au Mexique 15 248 ha, pour une production totale d'une valeur de 5,797 milliards de pesos et une consommation moyenne par habitant de 2,32 kg. Aussi bien au Mexique qu'au Guatemala, le fruit de la coquerelle sauvage occupe une place prépondérante dans l'alimentation; dans certaines régions, il constitue une partie importante du groupe de produits que l'on cueille dans le milieu rural pour l'autoconsommation et pour la vente.

Description botanique

P. philadelphica est une plante annuelle de 15 à 60 cm, subglabre, présentant parfois des poils épars sur la tige. Le limbe foliaire mesure 9 à 13 × 6 à 10 mm; les extrémités sont pointues à légèrement acuminées, avec des bords irrégulièrement dentelés et de deux à six dents de chaque côté de la dent principale qui fait 3 à 8 mm. Les pédicelles ont de 5 à 10 mm; le calice est à lobes ovés hirsutes, de 7 à 13 mm. La corolle, de 8 à 32 mm de diamètre, est jaune, avec parfois de légères taches bleu-verdâtre ou brunes. Les anthères bleus ou bleu-verdâtre mesurent de 3,5 à 5 mm. Le calice accrescent atteint 18 à 53 × 11 à 60 mm sur le fruit et présente 10 côtes. Les fruits, de 12 à 60 × 10 à 48 mm, déchirent parfois le calice.

Ecologie et phytogéographie

La plante pousse depuis le sud de la basse Californie jusqu'au Guatemala, de 10 m à Tres Valles, Veracruz, jusqu'à 2 600 m dans la vallée de Mexico.

Diversité génétique

Il existe de nombreuses variétés locales ou créoles de *P. philadelphica* que les producteurs reconnaissent par la couleur et la taille du fruit ainsi que par le type de croissance de la plante, bien que ces variétés présentent entre elles une grande variation, peut-être due à leur auto-incompatibilité. Les formes sauvages sont très courantes dans les systèmes agricoles traditionnels, principalement en association avec le maïs, le haricot et la courge. Au Mexique, on rencontre un autre type de coquerelle qui se vend sur les marchés comme sauvage, mais en réalité, il s'agit d'une coquerelle cultivée à petits fruits; la raison de cette fraude est que le prix du fruit sauvage est le double de celui du fruit cultivé.

Le diamètre du fruit est plus grand dans la coquerelle mexicaine (de 1,08 à 4,9 cm) que dans la guatémaltèque (de 1,04 à 2,89 cm); mais ces mesures correspondent surtout aux fruits cultivés. Au Guatemala, on préfère les fruits de couleur vert pourpre, vert-jaunâtre et brune; au Mexi-

FIGURE 11

Coquerelle (*Physalis philadelphica*): détails de la fleur, fruit avec calice accrescent et section du fruit



que, en revanche, la variation de couleur est plus grande puisqu'il existe des fruits jaunes, verts de différents tons, et bruns.

Parmi les caractéristiques qui présentent la plus grande variation figurent la taille, la couleur et le poids moyen du fruit; le nombre et le poids des fruits par plante; la consistance et la couleur de la pulpe; la couleur et la longueur du calice; la taille des fleurs; le nombre et la taille des nœuds à la première bifurcation de la plante; la couleur de la tige; la taille et le nombre de dents par feuille; la ramification; la précocité et la pubescence.

La coquerelle est un légume d'emploi généralisé et continu tout au long de l'année; sa situation actuelle est la suivante:

- on cueille et on vend des fruits sauvages;
- on cultive des variétés à petits fruits qui, sur le marché, ressemblent à ceux des variétés sauvages;
- il existe de multiples sélections créoles locales à grands fruits;
- on utilise rarement les variétés mexicaines Rendidora et Rendidora mejorada, produites par les chercheurs de l'INIFAP.

Dans diverses régions du Mexique, il existe l'espèce *P. chenopodifolia* Lam. dont on a enregistré l'emploi comme ressource potentielle.

Les espèces de *Physalis* au Mexique et au Guatemala ne sont pas en danger immédiat d'érosion génétique.

Il est néanmoins nécessaire de réaliser de vastes explorations pour recueillir des matériels aussi bien cultivés que sauvages, afin de renforcer les banques de gènes et d'apporter du matériel et des informations au programme d'amélioration génétique de cette culture.

La banque de gènes de l'INIFAP du Mexique possède environ 190 collections de *Physalis* obtenues dans quatre Etats du pays. Dans la banque de gènes de l'Université de San Carlos, il existe 41 échantillons provenant de diverses régions du Guatemala.

Pratiques culturales

Les pratiques culturales sont communes à la majorité des solanacées. La transplantation de la coquerelle est généralisée, principalement dans les zones où les gels la rendent obligatoire. Parmi ses avantages, on peut citer l'économie de semences, la réduction du nombre de sarclages, la possibilité de commencer le cycle lorsque le terrain est encore occupé par une autre culture et le raccourcissement du cycle végétatif. Les sarclages peuvent être mécaniques ou manuels. La grande majorité des agriculteurs utilisent des engrais chimiques (azote et phosphore); les doses employées varient de 120 à 240 kg d'azote et de 60 à 150 kg de phosphore à l'hectare. S'il dispose des moyens voulus, l'agriculteur n'hésite pas à lutter contre les ravageurs ou les maladies qui s'attaquent aux cultures; il faudrait cependant en savoir davantage sur les doses, l'opportunité des traitements, les produits et le rapport efficacité/coût de ces pratiques de lutte.

La coquerelle se cultive essentiellement sur des terres irriguées; aussi les dates de plantation varient-elles à l'intérieur de chaque zone productrice, ce qui explique que l'on trouve ce fruit sur le marché toute l'année. Dans certaines zones, la plante se cultive en sec, soit à l'aide de l'humidité résiduelle, soit pendant la saison des pluies. La densité de plantation varie de 17 000 à 25 000 plants par hectare Les fruits se récoltent lorsqu'ils atteignent leur taille normale, que leur consistance est ferme et qu'a commencé la rupture de l'extrémité du calice. Les variétés à petits fruits, sélectionnées pour cela, font l'objet de pratiques culturales similaires à celles utilisées pour les fruits de plus grande taille.

Le plus grand pourcentage de dormance est celui de la graine récemment extraite du fruit. En moins d'un an, elle atteint son potentiel maximal de germination et le perd presque complètement à partir de la troisième année, en conditions commerciales de stockage.

Pour la commercialisation, le fruit de petite taille ne doit pas remplir l'enveloppe du calice; en revanche, le fruit de grande taille doit la remplir complètement et de préférence la rompre; une partie du fruit doit être visible (ce qui attire l'acheteur).

La tomate sauvage s'adapte à divers environnements, mais apparaît principalement dans les terrains cultivés; elle fait parfois l'objet de certains soins en ce sens qu'on évite de l'éliminer au cours des sarclages et des buttages. Elle apparaît plus fréquemment sur les parties du terrain où l'on concentre et brûle les résidus végétaux après le défrichage; cette tendance est peut-être due davantage à l'enrichissement du sol par les cendres qu'aux effets stimulants des fortes températures sur les graines. Leur résistance apparente à l'herbicide 2,4-D amine, largement utilisé pour le maïs, peut aider à sa survie et même à sa multiplication (par réduction de la concurrence dans les champs traités) dans certaines régions agricoles.

Les deux seules variétés améliorées mexicaines, Rendidora et Rendidora mejorada, présentent les caractéristiques suivantes: port plus bas et plus uniforme; peu ou pas de fruits creux; fruits plus fermes et de couleur vert lima.

Perspectives d'amélioration

La variété Rendidora a été formée à partir des meilleures collectes sélectionnées dans l'Etat de Morelos, où l'on a réalisé les travaux d'amélioration; on a dérivé de cette variété la Rendidora mejorada. Au Guatemala, malgré la grande variation génétique reconnue, l'amélioration génétique de cette culture en est encore à ses débuts.

Les caractères les plus influencés par l'environnement sont la forme et la taille de la feuille, le type de croissance et le cycle végétatif de la plante; le facteur environnemental le plus marquant dans l'expression du phénotype est la fertilité du sol.

Les objectifs de l'amélioration génétique au Mexique doivent être les suivants: plants à fruits grands et fermes, mais vert intense (pas jaunes); haut rendement; grande adaptabilité et résistance aux maladies virales et au blanc (*Oidium* spp.). Les objectifs d'amélioration au Guatemala devraient être analogues, sauf en ce qui concerne la couleur du fruit, puisque dans ce pays on préfère les tomates vert pourpre et vert-jaune.

P. chenopodifolia se trouve dans la phase initiale de domestication et montre une réaction favorable aux pratiques agricoles, aussi faut-il la recueillir et l'évaluer pour connaître les possibilités de mieux l'exploiter dans l'avenir.

Bibliographie

Azurdia P.C.A. & González S.M. 1986. *Informe final del proyecto de recolección de algunos cultivos nativos de Guatemala.* Guatemala, Universidad de San Carlos/ICTA/CIRP.

Azurdia P.C.A., Carrillo, F., Rodríguez, B., Vázquez, F. & Martínez, V. 1990. *Caracterización y evaluación preliminar de algunos cultivos nativos de Guatemala.* Guatemala, Universidad de San Carlos/ICTA/CIRP.

Bukasov, S.M. 1963. *Las plantas cultivadas de México, Guatemala y Colombia.* Publ. 20. Lima, IICA.

Callen, E.O. 1966. Analysis of the Tehuacan coprolites. *In* D.S. Byers, éd. *The prehistory of the Tehuacan Valley. 1. Environment and subsistence*, p. 261-289. Austin, Etats-Unis, University of Texas Press.

Cruces, C.R. 1987. Lo que México aportó al mundo. Mexico, Panorama.

Del Monte, D. de G.J.P. 1988. Presencia, distribución y origen de *Physalis philadelphica* Lam. en la zona centro de la Península Ibérica. *Candollea*, 43(1): 93-100.

De Sahagún, B. 1956. *Historia general de las cosas de la Nueva España.* Mexico, Porrúa.

Dressler, R.L. 1953. The pre-Columbian cultivated plants of Mexico. *Bot. Mus. Leafl. Har-*

vard Univ., 16(6): 115-172.

Fernández, B.L., Yani, M. & Zafiro, M. 1987. ... *Y la comida se hizo – 4 para celebrar.* Mexico, ISSSTE.

García, S.F. 1985. *Physalis L. In* J. Rzedowski, et G.C. de Rzedowski, éd. *Flora fanerogámica del valle de México.* Mexico, Instituto de Ecología.

Harlan, J.R. 1975. *Crops and man.* Madison, Wis., Etats-Unis, ASA.

Hernández, F. 1946. *Historia de las plantas de Nueva España.* Mexico, UNAM.

Hudson, W.D., Jr. 1983. The relationships of wild and domesticated tomato, *Physalis philadelphica* Lamarck (Solanaceae). Bloomington, Etats-Unis, Indiana University. (Thèse)

Hudson, W.D., Jr. 1986. Relationships of domesticated and wild *Physalis philadelphica. In* W.G. D'Arcy, éd. *Solanaceae: biology and sistematics.* New York, Columbia University Press.

Martínez, M. 1954. *Plantas útiles de la flora de México.* Mexique, Botas.

Menzel, Y.M. 1951. The cytotaxonomy and genetics of *Physalis. Proc. Am. Phil. Soc.*, 95(2): 132-183.

Mera, O. L.M. 1987. Estudio comparativo del proceso de cultivo de la arvense *Physalis chenopodifolia* Lamarck y *Physalis philadelphica* var. *philadelphica* cultivar 'Rendidora'. Chapingo, Mexique, Colegio de Postgraduados. (Thèse)

Montes H.S. 1989. Evaluación de los efectos de la domesticación sobre el tomate *Physalis philadelphica* Lam. Chapingo, Mexique, Colegio de Postgraduados. (Thèse)

Pandey, K.K. 1957. Genetics of self-incompatibility in *Physalis ixocarpa* Brot. – A new system. *Am. J. Bot.*, 44: 879-887.

Quirós, C.F. 1984. Overview of the genetics and breeding of husk-tomato. *Hort. Sci.*, 19(6): 872-874.

Saray, M.C.R., Palacios, A.A. & Villanueva, E.N. 1978. 'Rendidora' nueva variedad de tomate de cáscara. Foll. Div. n° 73. *Campo Agrícola Experimental Zacatepec.* Mexique, CIAMEC-INIA- SARH.

Waterfall, U.T. 1967. *Physalis* in Mexico, Central America and The West Indies. *Rhodora*, 69: 82-120, 203-239, 319-329.

Williams, E.D. 1985. Tres arvenses solanáceas comestibles y su proceso de domesticación en el estado de Tlaxcala, México. Chapingo, Mexique, Colegio de Postgraduados. (Thèse)

L'agriculture andine

Cultures marginalisées de la région andine

Les civilisations andines du passé se sont toutes caractérisées par l'existence d'une agriculture bien organisée, fondée sur une utilisation appropriée de l'environnement et l'amélioration continue des plantes alimentaires et des animaux domestiques. Elles étaient conscientes du fait que l'agriculture est la source de l'alimentation et qu'elle garantit la stabilité de la société.

Poursuivre cette orientation, l'histoire des grandes civilisations devrait prendre pour point de départ la domestication des plantes, leur variabilité, l'amélioration des principales cultures et les progrès atteints par l'agriculture.

De nombreuses publications ont traité des plantes domestiquées dans la région andine et de leur importance pour l'alimentation régionale et mondiale. Cependant, on a rarement analysé les facteurs qui avaient provoqué la marginalisation de ces cultures. On n'a pas suffisamment mis en lumière leurs possibilités de sauvetage, ni le rôle qu'elles pourraient jouer pour améliorer les conditions d'existence des paysans des autres régions montagneuses du monde.

La biodiversité andine

Il est reconnu que l'une des manières de parvenir à une agriculture durable est de maintenir la diversité génétique et d'établir ainsi une meilleure relation écologique. On admire le fait que les cultures préhispaniques qui s'étendirent sur les hautes terres des Andes ont domestiqué un nombre élevé d'espèces. Le botaniste O.F. Cook, membre de l'expédition scientifique qui a découvert les ruines du Machu Picchu, mentionne qu'au 16e siècle il existait plus d'espèces domestiquées dans les Andes qu'en Asie ou en Afrique.

Depuis la création des empires panandins de Tiahuanaco et Chavín, et ensuite parmi les cultures warí, mochica, chimú et nazca, il s'est manifesté un intérêt particulier pour la domestication des espèces. Cela se reflète dans la représentation qui en est faite sur des pièces de céramique depuis au moins 3 000 ans. La région des Andes constituait, depuis le début du 15e siècle, le Tahuantinsuyo (Etat inca), où s'est généralisé un échange actif de semences et de matériel génétique. Les paysans andins continuent à maintenir cette variabilité biologique à travers leurs techniques de culture, en tant que stratégie leur permettant de faire face aux risques climatiques qui sont fréquents dans toute agriculture de montagne et qui affectent la production.

Dans les Andes – l'un des principaux centres de domestication mondiale, selon Vavilov –, on distingue particulièrement la domestication de la pomme de terre (*Solanum tuberosum andigenum*), qui comprend sept espèces différentes, dont aujourd'hui plus de 400 variétés sont cultivées.

D'autres plantes ont également été domestiquées, par exemple la truffette acide, l'ulluque et la capucine tubéreuse, qui ont permis de compléter la rotation des cultures dans les régions hautes des Andes. Dans les vallées, on a associé au maïs d'autres cultures de grande valeur alimentaire

---

L'auteur de ce chapitre est M. Tapia (CIP, Lima, Pérou).

TABLEAU 5 **Principales espèces alimentaires originaires des Andes**

Culture (nom commun)	Nom latin	Altitude (m)	Zone agroécologique [1]
Tubercules			
Capucine tubéreuse	*Tropaeolum tuberosum*	3 500 - 4 100	Suni, puna
Truffette acide	*Oxalis tuberosa*	2 300 - 4 000	Quechua haute, suni
Papa amarga	*Solanum curtilobum*	3 900 - 4 200	Suni, puna
Pomme de terre	*Solanum indigenum*	1 000 - 3 900	Yunga, quechua, suni
Ulluque, melloco	*Ullucus tuberosus*	2 800 - 4 000	Quechua haute, suni
Racines			
Balisier comestible, sagou, toloumane	*Canna edulis*	1 000 - 2 500	Yunga, quechua basse
Arracacha, panème, pomme de terre céleri	*Arracacia xanthorrhiza*	1 000 - 2 800	Yunga, quechua basse
Chagos, mauka, miso	*Mirabilis expansa*	1 000 - 2 500	Yunga, quechua humide
Maca	*Lepidium meyenii*	3 900 - 4 200	Puna
Poire de terre Cochet	*Polymnia sonchifolia*	1 000 - 3 000	Yunuga, quechua basse
Graines et céréales			
Amarante caudée, discipline des religieux	*Amaranthus caudatus*	2 000 - 3 000	Quechua
Qañiwa	*Chenopodium pallidicaule*	3 500 - 4 100	Suni, puna
Quinoa	*Chenopodium quinoa*	2 300 - 3 900	Quechua, suni
Légumineuses			
Haricot commun	*Phaseolus vulgaris*	1 500 - 3 500	Yunga, quechua
Pajuro	*Erythrina edulis*	2 000 - 2 800	Quechua
Lupin changeant	*Lupinus mutabilis*	500 - 3 800	Yunga, quechua, suni
Fruits			
Coquerelle, coqueret du Pérou	*Physalis peruviana*	500 - 2 800	Yunga, quechua
Lúcuma	*Lucuma obovata*	0 - 2 700	Yunga, quechua basse
Morelle de Quito, naranjille	*Solanum quitoense*	500 - 2 300	Yunga
Papayuela	*Carica pubescens*	500 - 2 700	Yunga, quechua
Poire-melon	*Solanum muricatum*	500 - 2 300	Yunga
Tomate arbustive	*Cyphomandra betacea*	500 - 2 700	Yunga, quechua
Tasco	*Passiflora mollissima*	2 000 - 3 200	Quechua

[1]Altitudes et régions écologiques auxquelles l'espèce est le mieux adaptée. Elle peut être cultivée aussi au-dessus ou au-dessous de ces limites si les conditions sont modifiées.

comme les céréales andines (quinoa, amarante), des légumineuses comme les haricots et le lupin, et des racines comme le panais, la poire de terre Cochet et les merveilles du Pérou. Dans le but de peupler les zones les plus hautes, on a adopté des espèces tolérantes au froid telles que la quinoa,

FIGURE 12
Région andine



cultivable jusqu'à 3 900 m, la qañiwa, qui prospère à 4 000 m, et une racine, la capucine tubéreuse, qui se cultive jusqu'à 4 200 m (voir tableau 5).

En utilisant les produits de différents étages écologiques, les populations andines ont inclus dans leur régime alimentaire des fruits des zones yunga et quechua. Certains ont une saveur très particulière, comme la tomate arbustive, le coqueret, la poire-melon, différentes espèces de cactacées, la grenadille, la papaye de montagne, ainsi que des espèces condimentaires, aromatiques et médicinales. On peut donc conclure que la région andine est l'un des centres de plus grande biodiversité de plantes alimentaires du monde. La considérable variabilité phytogénétique s'explique par l'importante diversité écologique qui caractérise les Andes, que l'on peut diviser en 18 zones agroécologiques d'utilisations agricoles différentes, uniquement pour la région des Andes centrales au Pérou.

Il est important de rappeler que la présence de nombreuses espèces ancêtres et sauvages, proches des espèces domestiquées et porteuses des gènes d'adaptation à une grande diversité de conditions climatiques alto-andines, constitue la richesse phytogénétique la plus précieuse, dont il est indispensable que la communauté internationale appuie d'urgence la préservation.

Conservation des ressources phytogénétiques andines

Jusqu'à maintenant, la survie des cultures andines a été due à l'existence de nombreuses communautés paysannes qui habitent encore dans cette zone et qui, grâce à la préservation de leurs traditions et à leurs connaissances ancestrales de la culture et de l'utilisation de ces espèces, ont réussi à en éviter la disparition.

De même, ces communautés ont maintenu de nombreuses technologies agricoles traditionnelles, qui sont exposées aux processus d'érosion mais qui font heureusement l'objet de différents projets de sauvetage et de mise en valeur (Cepia, 1988; Minka, 1983, 1987; Pisa, 1989). Les techniques agricoles traditionnelles sont très variées et comprennent notamment:

- l'utilisation d'indicateurs biologiques pour la prédiction des conditions climatiques;
- le développement de différents instruments agricoles, par exemple la simple mais efficace charrue à pied ou *chakitaklla*;
- l'aménagement du sol et les modifications permettant de le rendre propre à la production au moyen de billons (*waru waru*), de terrasses modifiant le relief du terrain et permettant d'utiliser éventuellement l'irrigation ou le drainage, et des *qocha* ou dépressions du terrain pour recueillir l'eau de pluie;
- différents produits, comme les engrais organiques tels que le guano provenant des îles;
- les systèmes de rotation et d'association de cultures, conjugués à la lutte contre les ravageurs et à l'utilisation de plantes repoussant les insectes;
- les techniques de conservation de produits agricoles, comme la déshydratation de la pomme de terre et d'autres tubercules et leur stockage pour les années de mauvaise récolte.

Au cours des 20 dernières années, on a effectué des travaux importants destinés à la conservation systématique des cultures andines et de leur biodiversité. Ces travaux visaient également à éviter l'érosion génétique devant l'avancée d'une agriculture moderne qui suit des modèles où priment l'homogénéité et le développement de variétés à haut rendement, mais qui exigent des quantités d'engrais considérables et l'utilisation indiscriminée de produits agrochimiques.

En Equateur, au Pérou et en Bolivie, on a procédé à des expéditions de collecte (CIRP, INIAP), qui ont recueilli des échantillons de la variabilité des cultures andines et assuré la conservation d'un pourcentage important du matériel génétique. Non moins importante a été l'élabora-

tion de descriptifs des principales espèces andines, avec l'appui du Service des semences et des ressources phytogénétiques de la FAO. Ces dernières années, on met l'accent sur la conservation *in situ*, c'est-à-dire dans les champs des agriculteurs eux-mêmes et dans le cadre de leur système agricole. Ces actions se sont renforcées avec l'organisation de manifestations comme les «foires aux semences» où, avec la participation des communautés paysannes locales, on récompense et on stimule la conservation de la diversité phytogénétique.

Potentiel d'utilisation des cultures andines

La marginalisation des cultures andines a été due au faible prestige social de certaines cultures qui constituent des aliments de base des populations pauvres, aux procédés laborieux qu'exige leur préparation et, en conséquence, au faible rendement économique obtenu dans une agriculture de type marginal.

Un intense travail de promotion est nécessaire pour augmenter la consommation massive de ces espèces, surtout celles qui sont remarquables par leur valeur nutritive, la condition souvent indispensable étant l'amélioration des processus d'après récolte. Les substances amères ou toxiques que peuvent contenir les fruits mûrs de certaines espèces ne doivent pas être un inconvénient, car il existe des technologies pour les extraire et pour donner à certains composés, par exemple les alcaloïdes du lupin et les saponines de la quinoa, une application pharmacologique et même une utilisation comme moyen biologique de lutte contre les parasites et les maladies.

Il s'ouvre d'autre part des perspectives intéressantes pour l'expansion de certaines cultures andines. Aux Etats-Unis, en Europe et en Nouvelle-Zélande, se manifeste un intérêt croissant pour la quinoa et l'ulluque, et dans le monde entier pour les fruits exotiques comme la poire-melon. Le produit de ces cultures peut être avantageusement transformé pour obtenir des sous-produits et il est possible de vérifier que les rendements marginaux sont modifiables lorsqu'il existe un marché sûr, comme dans le cas du Brésil où le panais atteint des rendements élevés grâce à une technique appropriée.

Il est donc d'une extrême importance d'adapter la gestion des cultures andines traditionnelles à des technologies appropriées qui permettent l'intensification de leur production. L'un des facteurs de leur marginalisation étant éliminé, elles pourront concurrencer dans de meilleures conditions les autres cultures plus largement diffusées.

Les progrès de la recherche et une acceptation progressive par la population permettent de sélectionner, parmi les diverses cultures andines, celles qui présentent une possibilité immédiate de sauvetage pour l'alimentation régionale et mondiale.

Les chapitres qui suivent décrivent des espèces alimentaires natives des Andes, actuellement marginalisées; ils expliquent en détail la situation actuelle et analysent les conditions de production et le potentiel que ces espèces pourraient présenter une fois que les conditions de leur marginalisation auront été modifiées.

Bibliographie

Arbizu, C. & Robles, E. 1986. Los recursos genéticos de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. In *Los Recursos Fitogenéticos Andinos*. Ayacucho, Pérou, PICA-UNSCH.

Cárdenas, M. 1948. Plantas alimenticias nativas de los Andes de Bolivia. *Folia Universitaria de Cochabamba*, Bolivie. 2(2): 36-51.

Cárdenas, M. 1969. *Manual de Plantas Económicas de Bolivia*. Cochabamba, Bolivie, Imprenta Icthus.

Cepia. 1988. *Tecnologías campesinas de los Andes*. Proyecto de Tecnologías Campesinas.

Lima, Editorial Horizonte.

CIRP. 1982. *Recursos fitogenéticos de interés agrícola en la región andina*. Informe de la Primera Reunión Regional. Rome, IICA/JUNAC/CIRP.

Cook, O.F. 1925. Perú as a center of domestication. *J. Hered.* 16: 33-46; 95-110.

FAO. 1990. *Los cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación*. Santiago, FAO.

Franco, S. *et al.* 1989. *Catálogo de colecciones de recursos fitogenéticos de la Sierra Norte del Perú*. Cajamarca, Pérou, INIAA.

Horkheimer, H. 1973. *Alimentación y obtención de alimentos en el Perú prehispánico*. Lima, Universidad Nacional Mayor San Marcos.

INIAC/CIRP. 1985. *Recolección de varios cultivos andinos en el Ecuador*. Informe final. Quito.

León, J. 1964. *Plantas alimenticias andinas*. IICA. Boletín Técnico, 6.

Minka. 1983. Cultivos andinos. *Revista Minka*, 10. Huancayo, Grupo Talpuy. Pérou.

Minka. 1987. Tubérculos andinos. *Revista Minka*, 21. Huancayo, Grupo Talpuy. Pérou.

Núñez, L. 1974. *La agricultura Prehistórica en los Andes Meridionales*. Chili, Universidad del Norte.

National Research Council. 1989. *Lost crops of the Incas. Little known plants from the Andes with promise for worldwide cultivation. Washington, DC. National Academy Press.*

Pisa. 1989. Informe Técnico Anual. Puno, Pérou, INIAA-CIID.

Rea, J. & Morales, D. 1980. *Catálogo de tubérculos andinos*. Programa de cultivos andinos. La Paz, MACA-IBTA.

Salis, A. 1985. *Cultivos andinos ¿Alternativa alimentaria popular?* Centro de Estudios Rurales Bartolomé de las Casas. Cuzco, Pérou, CEDEP Ayllu.

Sauer, C.O. 1950. Cultivated plants of South and Central America. In *Handbook of South American Indians*, vol. 6. Washington, DC., Smithsonian Institute.

Tapia, M. 1989. *Potencial productivo agropecuario en la Sierra y sus componentes para el desarrollo. Bases para una política tecnológica*. Lima, Publ. Comisión de Coordinación de Tecnología Andina.

Tapia, M. *et al.* 1990. Conservación *in situ* de los recursos fitogenéticos andinos para la producción de semillas con agricultores campesinos. In *Reflexiones sobre políticas y producción de recursos genéticos*. Lima, Publ. Comisión de Coordinación de Tecnología Andina.

Vavilov, N.I. 1960. *Estudio sobre el origen de las plantas cultivadas*. Buenos Aires, Ediciones ACME Agency S.R. Ltda.

Graines et légumineuses andines

QAÑIWA
(*Chenopodium pallidicaule*)

Nom botanique: *Chenopodium pallidicaule* Heller
Famille: chénopodiacées
Noms communs. *Français:* qañiwa; *espagnol:* qañiwa, cañihua (Pérou), cañahua (Bolivie)

Chenopodium pallidicaule, originaire des Andes du sud du Pérou et de la Bolivie, a été domestiqué par les peuples de la civilisation Tiahuanaco, qui étaient installés sur le plateau du Collao. On n'a pas trouvé de vestiges archéologiques en rapport avec cette plante, et la déhiscence que présentent encore les grains suggèrent que sa domestication n'est pas complète. La qañiwa est importante sur les hauts plateaux du Pérou et de la Bolivie, car elle produit des grains pour l'alimentation humaine à des altitudes situées entre 3 800 et 4 300 m, grâce à sa grande résistance au froid dans ses différentes phases phénologiques. Actuellement, sa culture et son utilisation se maintiennent dans ces régions à des niveaux d'autoconsommation. Une des causes de sa marginalisation est l'importance de la main-d'œuvre nécessaire pour la récolte et la petite taille du grain, qui en rend difficile la manipulation.

Utilisation et valeur nutritive

Ce grain a une teneur élevée en protéines (de 15 à 19 pour cent) et, comme la quinoa et l'amarante caudée, une proportion importante d'acides aminés soufrés. Il a l'avantage de ne pas contenir de saponine, à la différence de la quinoa, ce qui facilite son emploi. La consommation traditionnelle la plus fréquente se fait sous forme de grains légèrement grillés et moulus, qui produisent une farine agréable dénommée *cañihuaco*. On la consomme seule, dans des boissons froides ou chaudes, ou en bouillies. On connaît plus de 15 manières différentes de préparer le grain entier et le *cañihuaco* (en entrées, soupes, ragoûts, desserts et boissons). Dans l'industrie de la panification, on a obtenu de bons résultats en ajoutant 20 pour cent de *cañihuaco* à la farine de blé, ce qui donne au produit (pain, galette) une couleur et une saveur caractéristiques et agréables.

Le *cañihuaco* a une valeur médicinale: il combat le mal des hauteurs et la dysenterie; les cendres de la tige peuvent servir de répulsif contre les piqûres d'insectes et d'araignées.

Description botanique

C. pallidicaule est une plante annuelle de 25 à 70 cm présentant des variations au niveau de la ramification; on distingue deux types: Saigua, à port érigé et peu de branches secondaires et, Lasta, très ramifiée. La racine pivotante a de multiples ramifications fines. Les feuilles et la tige se colorent à maturité en jaune, rose, orangé, rouge ou pourpre. Les inflorescences en cymes terminales et axillaires sont couvertes par le feuillage; les fleurs, petites et sans pétales, sont de trois types: hermaphrodites, à pistil et androstériles; l'androcée est formé de une à trois étamines; le gynécée a un ovaire supère uniloculaire; la graine, de 0,5 à 1,5 mm de diamètre et de couleur châtain ou noir, est pirifor-

---

L'auteur de ce chapitre est A. Mújica (INIAA, Arequipa, Pérou).

me et légèrement comprimée. Les feuilles sont pétiolées, de forme rhomboïde, trilobulées et alternées.

Les graines ne présentent pas de dormance et peuvent germer sur le plant lui-même si l'humidité est suffisante. La maturation étant progressive, il se produit une perte et une dispersion spontanée de la graine, caractéristique des espèces sauvages. Les graines peuvent rester plusieurs années dans les terrains où l'on a cultivé *C. pallidicaule*.

Ecologie et phytogéographie

Cette culture s'étend depuis le centre du Pérou (Huaraz) jusqu'à Cochabamba en Bolivie, entre 3 000 et 4 000 m, et se concentre surtout dans la région des hauts plateaux; elle est plus sporadique, en petites parcelles, sur le plateau de Bombón (Junín, Pérou). Ses exigences sont les suivantes:

Photopériode. La plante est indifférente à la durée du jour et se montre adaptable à différents environnements; on a produit du grain expérimentalement en Finlande à 40° de latitude nord.

Humidité. Elle exige de 500 à 800 mm de pluie, mais peut tolérer des périodes prolongées de sécheresse; elle montre une susceptibilité extrême à l'excès d'humidité dans les premières phases de son développement.

Température. Une fois la plante installée, elle est très résistante au froid, supportant des températures allant jusqu'à –10 °C pendant la ramification car, par un mécanisme d'adaptation, les feuilles couvrent et protègent les bourgeons et les axes floraux lorsque le jour tombe, ce qui évite le gel des parties vitales de la plante. A l'autre extrême, elle peut supporter jusqu'à 28 °C, si elle bénéficie de l'humidité nécessaire.

Sols. Elle préfère les sols francs argileux, à teneur suffisante en phosphore et potassium. Le pH adéquat varie entre 4,8 et 8,5; elle est tolérante à la salinité.

Sous la forme sauvage et parmi les cultures de papas amargas, on trouve souvent les variétés dénommés Mama Qañiwa, Machu Qañiwa et K'ita Qañiwa, qui sont les parents les plus proches de la qañiwa. Les formes sauvages peuvent atteindre des tailles considérables si les conditions de fertilité sont bonnes; elles sont récoltées et consommées en années de pénurie.

Diversité génétique

La qañiwa fait preuve d'une vaste diversité génétique, avec des formes variées des plants, depuis les formes érigées (Lasta) jusqu'aux formes rampantes (Saigua). La couleur de la plante et des graines varie, ainsi que la précocité, la teneur en protéines, l'adaptation aux sols et aux précipitations, la tolérance aux parasites et aux maladies. Normalement, on rencontre des espèces cultivées, des espèces échappées de la culture et des espèces sauvages. Le centre de diversité se limite au haut plateau péruvien-bolivien, c'est-à-dire à la région comprise entre le seuil de Vilcanota au Pérou et les salines d'Uyuni en Bolivie.

Quelques-uns des cultivars connus au Pérou sont: Cupi, Ramis, Akallapi, Huanaco, Rosada, Chillihua, Condorsaya, K'ellu et Puca; en Bolivie: Kanallapi, Chuslluncaet Issualla.

On dispose de collections de plasma germinatif dans les stations expérimentales de l'INIAA de Camacani et Illpa (Puno), de l'Université San Antonio Abad de K'ayra (Cuzco) au Pérou, et dans celle de Patacamaya (IBTA) en Bolivie, où l'on conserve plus de 380 échantillons dans des ambiances sombres et froides, mais inadéquates pour une conservation à long terme.

Comme on n'a pas encore introduit sur une grande échelle de variétés sélectionnées dans les deux pays où on la cultive, il n'y a pas danger d'érosion génétique.

FIGURE 13

Graines andines: A. qañiwa (*Chenopodium pallidicaule*); A1. fleur hermaphrodite; A2. fleur mâle; A3. fruit; A4. graine; B. quinoa (*C. quinoa*); B1. fleur hermaphrodite; B2. fleur femelle; B3. fruit; B4. graine



Il faut procéder à une collecte complémentaire et systématique de la variabilité génétique dans la cuvette du lac Titicaca, sur le haut plateau péruvien-bolivien, dans les cordillères et les zones situées au-dessus de 4 000 m, les vallées alto-andines de la cordillère centrale (Ancash, Huánuco, Junín, Huancavelica, Ayacucho et Cuzco), les zones arides voisines des salines de Bolivie et, enfin, dans la puna et la prepuna du nord de l'Argentine. Cette collecte doit s'effectuer à partir de cultures et, plus encore, à partir de populations sauvages qui n'ont pas encore été collectées, complétant ainsi leur conservation *in situ*.

Pratiques culturales

La culture traditionnelle s'effectue exclusivement en sec, sans fertilisation, en rotation avec la papa amarga et d'autres tubercules andins et avec peu de préparation du sol. Les graines se sèment à la volée, au taux d'environ 5 à 8 kg par hectare. Elles paraîtront souvent semées en sillons, mais ce ne sont que les billons qui subsistent de la culture des tubercules après buttage. La récolte et le battage se font en plusieurs étapes; on arrache les plants avec leurs racines, on les secoue pour que les graines mûres tombent, on les laisse sécher pendant 10 à 15 jours et finalement on les bat à l'aide de bâtons courbes (*wajtana*). Du fait de la maturation lente de *C. pallidicaule*, il reste généralement des grains, et on procède à un nouveau battage après une nouvelle période de 10 à 15 jours. Grâce à cette technique, le paysan obtient 400-800 kg par hectare de grain. Les tiges sèches et les feuilles mortes constituent un sous-produit apprécié pour l'alimentation animale.

Le rendement peut cependant atteindre 3 tonnes par hectare lorsqu'on prépare le sol en l'ameublissant bien, qu'on sème en sillons espacés de 40 cm, qu'on emploie des semences sélectionnées en fonction de la taille (5 kg par hectare) et qu'on met de l'engrais (60-40-00 ou 80-80-00). L'azote s'applique en deux temps: au moment du semis et à celui de la ramification. Pour éviter la concurrence, on effectue un buttage et un sarclage. On lutte contre les parasites lorsqu'ils menacent la production, surtout *Epicauta* sp., *Gnorimoschema* sp. et *Myzus* sp. La récolte se fait lorsque les plants changent de couleur; elle consiste à faucher et à laisser sécher pendant 20 à 30 jours ou jusqu'à ce que les plants soient complètement secs. Le battage peut être manuel, à l'aide de bâtons recourbés et de tamis, ou mécanisé avec une batteuse stationnaire à blé (en réduisant au minimum le nombre de tours, en fermant l'entrée d'air et en modifiant les dimensions des cribles). Il faut nettoyer le grain qui est couvert de fins débris. Les rendements commerciaux obtenus avec cette technique atteignent 1 500 kg par hectare.

Perspectives d'amélioration

Parmi les grains andins, *C. pallidicaule* présente de nombreuses limitations dues à la faible diffusion de sa culture. Les recherches génétiques et agronomiques, l'évaluation du plasma germinatif et la transformation ou l'industrialisation n'ont été que très partielles par rapport aux potentialités qu'offre l'espèce. La difficulté de récolte due à une maturation non uniforme du grain est actuellement l'une des principales limitations.

De même, en dehors de sa zone de production, on ne connaît pas grand-chose de l'utilisation de cette espèce dans l'alimentation; on ne pratique pas non plus la transformation agro-industrielle du grain. La taille de ce dernier rend difficile le traitement et l'élaboration domestique; de plus, cette technique traditionnelle tombe en désuétude car elle est trop laborieuse.

Les principaux avantages de *C. pallidicaule* sont son adaptation aux conditions agroclimatiques des zones froides et de grande altitude (au-dessus de 3 800 m) où d'autres cultures ne prospèrent pas; sa valeur nutritive, avec 15 à 18 pour

cent de protéines et un excellent équilibre des acides aminés essentiels; et la possibilité d'utilisation de la plante entière comme espèce fourragère.

Zones potentielles d'introduction et de culture. La culture pourrait être intensifiée dans les zones plates du haut plateau du Pérou et de la Bolivie et dans les zones supérieures à 3 800 m de la cordillère centrale des Andes.

La recherche, la promotion et un appui officiel pourraient motiver la résurgence de cette culture dans les terres froides des Andes. Les directions de recherche et de promotion nécessaires pour susciter une plus grande diffusion de cette plante sont les suivantes:

- compléter la collecte, l'évaluation et la caractérisation du matériel génétique disponible dans la région andine, en prenant pour priorité d'obtenir des variétés de maturation uniforme, avec une moins grande déhiscence et un grain de grande taille;
- produire des semences améliorées et les distribuer aux producteurs;
- construire des prototypes de machines efficaces pour le battage du grain;
- mener à bien la transformation agro-industrielle pour offrir des produits de bonne présentation et de commercialisation rentable;
- faire connaître la valeur nutritive et les modes de préparation.

QUINOA
(*Chenopodium quinoa*)

Nom botanique: *Chenopodium quinoa* Willd.
Famille: chénopodiacées
Noms communs. Français: quinoa; *quechua:* quinua, kiuna (Equateur, Pérou, Bolivie); *aymara:* jiura (Bolivie); *mapuche:* quinhua (Chili); *chibcha:* suba (Colombie); *anglais:* quinoa

Chenopodium quinoa est une plante alimentaire qui a été abondamment cultivée dans la région andine par les civilisations précolombiennes depuis environ 5 000 ans, et utilisée dans le régime alimentaire des habitants aussi bien des vallées interandines, zones d'altitude froides, que sur les hauts plateaux. Après le maïs, c'est la quinoa qui, parmi les céréales andines, a occupé la place la plus importante.

Actuellement, sa culture se maintient en Colombie, en Equateur, au Pérou, en Bolivie, au Chili et en Argentine. Sa marginalisation a commencé avec l'introduction de céréales comme l'orge et le blé, qui l'ont remplacée. La réduction de la superficie cultivée dans les pays andins obéit aussi à des raisons techniques, économiques et sociales. La moisson et le battage, qui se font dans la majorité des cas à la main, exigent un nombre élevé de journaliers, et le grain doit subir un processus d'élimination de ses principes amers avant d'être consommé. Les prix que perçoit l'agriculteur ne justifient souvent pas le travail qu'il y consacre.

Utilisations et valeur nutritive

Dans l'alimentation humaine, on utilise le grain, les feuilles jeunes jusqu'au début de la formation de l'épi (leur teneur en protéines atteint 3,3 pour cent de la matière sèche), et moins souvent les épis jeunes. La valeur nutritive est intéressante par la teneur en protéines et la qualité de ces dernières dues à leur composition en acides aminés essentiels (lysine, arginine, histidine et méthionine); la valeur biologique est comparable à celle de la caséine et particulièrement désignée pour être mélangée dans l'alimentation avec les légumineuses et les céréales.

Parmi les céréales andines, *C. quinoa* est celle qui présente la plus grande variété de types de préparation: le grain entier, la farine crue ou grillée, les petites feuilles, la semoule et la poudre instantanée peuvent être préparés sous de multi-

ples formes. Il existe de nombreuses recettes et l'on connaît près de 100 préparations telles que até (tamal), sauce à la huancaína, salade de feuilles, épis au vinaigre, soupes et ragoûts, pain perdu, pâtisseries, desserts, boissons rafraîchissantes et fermentées, froides ou chaudes, ainsi que pain, galettes et tartes qui contiennent de 15 à 20 pour cent de farine de quinoa.

La plante entière s'utilise comme fourrage vert. On emploie également les résidus de la récolte pour alimenter bovins, ovins, porcins, chevaux et oiseaux. Les feuilles, les tiges et les grains ont un usage médicinal et on leur attribue des propriétés cicatrisantes, anti-inflammatoires, analgésiques contre les maux de dents, désinfectantes des voies urinaires; on les utilise aussi en cas de fracture, d'hémorragie interne et comme répulsif contre les insectes.

Le potentiel de production est bon et c'est pourquoi sa culture s'étend à différents pays. Avec une bonne préparation du sol et des engrais, ainsi que la lutte contre les parasites et les maladies, il est possible d'obtenir des rendements de plus de 3 à 4 tonnes par hectare. On a introduit la quinoa depuis quelques années sur le marché international, avec des prix qui dépassent 1,5 dollar des Etas-Unis le kilogramme.

Description botanique

C. quinoa est une plante herbacée annuelle de 0,20 à 3 m, selon les conditions de l'environnement et le génotype. Les inflorescences sont en grappe (épi portant des groupes de fleurs en glomérules); les fleurs, petites, incomplètes et sessiles, sont de la même couleur que les sépales; elles peuvent être hermaphrodites, pistillées ou androstériles. Les étamines à filaments courts soutiennent des anthères basifixes; le style a deux ou trois stigmates plumeux. Les fruits se présentent en akène indéhiscent, protégé par le périgone. Les graines, de 1 à 2,6 mm, sont de couleur blanche, jaune, rouge, pourpre, café ou noire. Les feuilles ont un polymorphisme marqué: en losange, deltoïdes ou triangulaires. La racine pivotante est très ramifiée.

Ecologie et phytogéographie

Le cycle varie de 120 à 240 jours et s'adapte à différentes conditions de l'environnement. Les phases phénologiques sont les suivantes: apparition; deux, quatre et six feuilles vraies; ramification; début de la formation de l'épi; pleine formation de l'épi; commencement de la floraison; floraison ou anthèse; grains laiteux; grains pâteux; maturité physiologique.

La quinoa présente des facultés d'adaptation à des conditions défavorables du milieu, notamment une tolérance au froid et à la sécheresse. Ses graines ne présentent pas de dormance et germent lorsqu'elles rencontrent les conditions voulues, y compris sur le plant lui-même, bien que dans les formes sauvages elles puissent rester dans le sol pendant deux ou trois ans sans germer.

La culture traditionnelle de *C. quinoa* s'étend de 8° de latitude nord jusqu'à 30° de latitude sud, en s'adaptant à différentes conditions d'humidité, d'altitude et de topographie. Ses exigences sont les suivantes:

Précipitations. Selon la zone agro-écologique et le génotype auxquels la plante appartient, elles varient de 250 mm (zone des salines de Bolivie) à 1 500 mm dans les vallées interandines. Bien que la quinoa fasse preuve d'une forte résistance aux périodes de sécheresse, elle exige une humidité suffisante au début de la culture.

Température. La plante supporte jusqu'à –5 °C durant la phase de ramification, selon l'écotype et la durée de la température minimale. Sa résistance ontogénique au froid et à la sécheresse est très variable: il existe des écotypes qui résistent à –8°C et survivent pendant 20 jours (température moyenne mensuelle).

Sol. Elle préfère les sols francs, semi-profonds, bien drainés et pourvus d'éléments nutritifs. Elle s'adapte aux sols acides d'un pH de 4,5 (en Cajamarca au Pérou) et à des sols alcalins jusqu'à 9,5 de pH (en Uyuni, Bolivie) selon les écotypes. On obtient également des productions acceptables aussi bien dans les sols sableux que dans les sols argileux.

Diversité génétique

Les espèces sauvages les plus proches de *C. quinoa* sont *C. hircinium* et *C. berlandieri*, qui possèdent un nombre identique de chromosomes ($2n = 4x = 36$) et *C. pallidicaule* avec $2n = 2x = 18$ chromosomes.

Il existe des populations sauvages sympatriques des populations domestiques et cultivées, et on observe des similitudes morphologiques et électrophorétiques entre les unes et les autres dans chaque lieu, ce qui indique que les quinoas domestiquées sont généralement accompagnées de populations sauvages dans leurs diverses zones de distribution.

Les quinoas cultivées présentent une grande diversité génétique, avec une variabilité de la coloration de la plante, de l'inflorescence et des graines, des types d'inflorescences, de la teneur en protéines, saponine, bétacyanine et cristaux d'oxalate de calcium dans les feuilles, ce qui permet une grande adaptabilité à différentes conditions agro-écologiques (sols, précipitations, température, altitude, résistance au gel, à la sécheresse, à la salinité ou à l'acidité).

Du point de vue de la variabilité, la quinoa peut être considérée comme une espèce oligocentrique, avec un centre d'origine de vaste distribution et une diversification multiple. La région andine, et dans cette région les rives du lac Titicaca, est le lieu qui présente la plus grande diversité et variation génétique. Les principales variétés connues dans cette région sont: au Pérou, Kancolla, Cheweca, Witulla, Tahuaco, Camacani, Yocará, Wilacayuni, Blanca de Juli, Amarilla de Maranganí, Pacus, Rosada y Blanca de Junín, Hualhuas, Huancayo, Mantaro, Huacariz, Huacataz, Acostambo, Blanca, Ayacuchana et Nariño; en Bolivie, Sajama, Real Blanca, Chucapaca, Kamiri, Huaranga, Pasancalla, Pandela, Tupiza, Jachapucu, Wila Coymini, Kellu, Uthusaya, Chullpi, Kaslali et Chillpi; en Equateur, Inbaya, Chaucha, INIAP-Cochasqui, Tanlahua, Piartal, Porotoc, Amarga del Chimborazo, Amarga de Imbabura et Morada; en Colombie, Dulce de Quitopampa; en Argentine, Blanca de Jujuy; au Chili, Baer, Lito, Faro et Picchaman.

Les risques d'érosion génétique sont dus à la perte de viabilité non seulement dans les banques de gènes (actuellement, elle est supérieure à 15 pour cent par an), mais aussi dans les zones de diversification, surtout dans les lieux où l'on fait la promotion de cultivars et de variétés modernes à des fins commerciales. Le cas des espèces sauvages est encore plus délicat car leurs populations, isolées et peu nombreuses, n'ont pas été recueillies à temps et courent donc inévitablement à leur perte. Il existe de même des risques dus aux facteurs environnementaux et aux catastrophes naturelles. La conservation *in situ* est une solution, bien qu'elle présente des difficultés d'ordre socio-économique et de soutien institutionnel.

Tout au long de la région andine, il existe diverses banques de gènes où l'on conserve plus de 2 000 échantillons dans des chambres froides: au Pérou, dans les stations expérimentales de Camacani et Illpa (Puno), K'ayra et Andenes (Cuzco), Canáan (Ayacucho), Mantaro et Santa Ana (Huancayo) et Baños del Inca (Cajamarca); en Equateur, dans celle de Santa Catalina de l'INIAP (qui dispose d'une chambre froide); en Bolivie, dans celle de Patacamaya de l'IBTA.

Les zones de diversité génétique où il n'y a pas encore eu de collecte sont les îles du lac Titicaca; les zones situées au-dessus de 3 900 m au Pérou

et en Bolivie; les vallées interandines semi-arides; les salines; les vallées du versant oriental des Andes; les zones froides de l'Argentine.

Pratiques culturales

La technique traditionnelle de culture consiste à semer en période sèche, en alternance avec la culture de la pomme de terre ou en bandes dans les cultures de maïs, avec peu de préparation du sol, en profitant seulement des engrais organiques résiduels de la culture précédente. La densité de semis varie entre 15 et 20 kg par hectare de semences non sélectionnées. Comme l'agriculteur traditionnel cherche toujours la sécurité dans la culture, il sème plusieurs écotypes à différentes époques et en divers endroits. Les travaux culturaux se limitent à un ou deux sarclages, avec occasionnellement un buttage, surtout dans les vallées interandines. Il n'y a pas de lutte contre les parasites ou les maladies. La récolte se fait lorsque les plantes atteignent la maturité physiologique; ensuite, on laisse sécher pendant 30 à 45 jours, pour finalement effectuer le battage sur terre battue avec des bâtons courbes (*wajtana*) ou en faisant piétiner les plants par les bêtes. Les rendements varient de 400 à 1 200 kg par hectare, selon la zone.

Les résultats expérimentaux montrent qu'on peut augmenter les rendements en assurant une bonne préparation du sol, avec une fertilisation de 80-40-00, en appliquant l'azote fractionné au semis et au buttage. On recommande de semer dans des sillons distants de 40 à 80 cm avec 10 kg par hectare de semences sélectionnées, de sarcler pendant les premières phases phénologiques, de butter surtout les quinoas des vallées, et de lutter contre les principaux parasites. La récolte peut se faire au moyen de moissonneuses-lieuses ou de moissonneuses fixes. On peut atteindre des rendements allant jusqu'à 5 000 kg par hectare de grains, et en sous-produit de la récolte on obtient de 5 à 10 tonnes par hectare de résidus pour l'alimentation du bétail. Ces rendements sont réalisables dans des conditions climatiques (de pluie et de température) adéquates, ce qui n'est pas toujours le cas dans les différentes zones agro-écologiques des Andes.

Perspectives d'amélioration

L'une des principales limitations actuelles de cette culture est due au fait que la quasi-totalité des variétés traditionnelles possèdent de la saponine en plus ou moins grande quantité, qui donne une saveur amère au grain. Il existe cependant des variétés à faible teneur en saponine, par exemple la Blanca de Junín, et quelques-unes qui n'en contiennent pratiquement pas, comme la Sajama et Nariño.

La quinoa a été considérée pendant des siècles comme un aliment vulgaire, préjugé qui change aujourd'hui lentement. Il faudrait diffuser plus largement les connaissances quant à sa valeur nutritive.

Les perspectives d'amélioration des techniques de multiplication et de culture sont assez encourageantes. La transformation agro-industrielle est un facteur d'importance décisive pour le développement actuel et futur de cette culture. Elle permet d'optimiser la qualité et l'utilisation, d'augmenter la valeur ajoutée et de faciliter la commercialisation, ce qui inciterait l'agriculteur non seulement à améliorer la productivité et la qualité de sa culture, mais aussi à augmenter la superficie ensemencée.

Les expériences de projets comme COPACA (1990) pour la divulgation des connaissances sur la quinoa, entre autres cultures, ouvrent la perspective d'une diffusion massive, étant donné l'importance stratégique que cette plante revêt dans l'alimentation de la population, surtout rurale, et qui peut s'élargir à la population urbaine et intéresser les programmes de sécurité alimentaire.

Il existe des possibilités de l'introduire dans l'économie de marché et de générer des revenus

adéquats. Il subsiste cependant encore un nombre excessif d'intermédiaires dans le processus de commercialisation; il reste aussi à déterminer les paramètres de qualité en fonction du marché et de l'exportation.

Zones potentielles d'introduction et de culture. On pourrait récupérer la distribution et la superficie cultivée de la quinoa d'avant le 16e siècle, et augmenter sa culture dans les zones agro-écologiques arides et semi-arides ou marginales. Au Venezuela, on a obtenu de bons résultats en faisant des essais dans les zones de Mérida et de Maracay, en vue d'introduire cette culture dans les départements de Mérida, Trujillo et Lara. En Colombie, ces essais ont été faits dans la savane de Bogotá et les départements de Boyacá, Cundinamarca, Valle, Huila, Nariño, Santander et Antioquía.

En Equateur, on a introduit la culture dans toute la région andine, principalement dans les provinces de Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Chimborazo, Loja et Tunguragua. Des entreprises privées l'encouragent dans des zones agro-écologiques de basse altitude et plus chaudes, en vue de l'exportation.

Au Pérou, on l'a introduite dans toute la région andine depuis Piura jusqu'à Tacna, bien que sur la côte elle présente aussi un bon potentiel, surtout pour l'exportation. En Bolivie, l'introduction intéresse également la région andine; on peut augmenter le rendement dans la zone des salines et l'introduire dans les vallées chaudes.

Il serait faisable d'introduire la culture au Honduras et au Guatemala et dans les Etats centraux du Mexique (Mexico, Puebla, Guerrero, Tlaxcala, Oaxaca). Aux Etats-Unis, on a mené des études et on entreprend actuellement des cultures au Colorado, au Texas, au Nouveau-Mexique et dans l'Utah. Dans l'Himalaya, cette culture se pratique avec des résultats acceptables.

Les principaux avantages de *C. quinoa* sont sa capacité de produire un grain de haute qualité biologique et l'existence d'un plasma germinatif adapté à différentes conditions écologiques. Il faudrait valoriser la connaissance et l'utilisation actuelle que font les paysans de cette espèce.

Orientations de la recherche

- *Matériel génétique:* compléter la collecte, l'évaluation, la classification, la documentation et l'échange de plasma germinatif dans les différents pays de la région andine. Améliorer les installations et l'équipement des banques actuelles de gènes.
- *Amélioration génétique et agronomique:* sélectionner une vaste gamme de variétés à faible teneur en saponine, précoces, à grands grains et à haut rendement, résistantes au gel, à la sécheresse et à la salinité; améliorer l'uniformité de l'architecture et de la maturation de la plante afin de faciliter la récolte mécanisée; pratiquer la lutte intégrée contre les parasites et les maladies; établir un programme de production de semences génétiques, basiques et de multiplication de semences commerciales pour les différentes zones agro-écologiques des Andes.
- *Transformation après récolte:* perfectionner la technologie de désaponification du grain, en évitant les pertes de valeur nutritive; encourager la transformation industrielle.
- *Valeur nutritive et utilisation:* mener à bien la classification chimico-nutritionnelle de la saponine et de son utilisation dans la pharmacopée; diffuser les caractéristiques nutritives et la diversité culinaire.
- *Commercialisation et mise sur le marché:* évaluer la consommation intérieure, stimuler la demande et incorporer la plante dans des programmes d'assistance alimentaire; améliorer l'information sur les prix et les paramètres de qualité; définir des protocoles sanitaires pour l'exportation.

LUPIN CHANGEANT (*Lupinus mutabilis*)

Nom botanique: *Lupinus mutabilis* Sweet
Famille: fabacées
Noms communs. Français: lupin changeant, lupin muant, tarwi; *quechua:* tarwi (Pérou, Bolivie); *aymara:* tauri (Bolivie); *autres langues aborigènes:* chocho, chochito (Equateur et nord du Pérou), ccequela (Pérou [Azángaro]), chuchus (Bolivie); *espagnol:* altramuz, lupino, chocho; *anglais:* Andean lupine

Lupinus mutabilis est une légumineuse domestiquée et cultivée par les anciens habitants de la région andine centrale depuis l'époque pré-inca; en effet, on a trouvé des graines dans des tombes de la civilisation nazca et des représentations de la plante sur les céramiques tiahuanaco. Comme autrefois, les populations andines consomment aujourd'hui encore les graines, qui avaient déjà une grande importance à l'époque pré-hispanique; elles occupaient une place privilégiée parmi les aliments en raison de leur forte teneur en protéines.

La culture du lupin changeant s'est maintenue depuis l'Equateur jusqu'au Chili et au nord de l'Argentine, avec des systèmes de production divers. Elle a été affectée par l'introduction de cultures européennes, et le lupin changeant a été l'une des espèces natives les plus touchées par la marginalisation. Comme le grain contient des alcaloïdes qui lui donnent une forte saveur amère, un processus d'élimination de ces éléments est nécessaire, ce qui constitue un inconvénient face aux légumineuses introduites. C'est la raison de la diminution de la superficie cultivée de cette plante, qui comporte cependant des avantages agronomiques et nutritionnels, comme la fixation de l'azote atmosphérique (plus de 100 kg par hectare), la résistance au froid et la forte teneur en protéines et en huile. D'autres facteurs qui peuvent avoir influé sur sa marginalisation sont le fait qu'elle était consommée essentiellement par les populations indigènes et que ses rendements sont variables: sur les parcelles des paysans, on obtient de 300 à 600 kg par hectare; dans des conditions adéquates, il est possible d'atteindre 3 500 kg par hectare et expérimentalement 7 000 kg par hectare.

Utilisations et valeur nutritive

Le lupin changeant n'est pas seulement une source importante de protéines (42,2 pour cent dans le grain sec, 20 pour cent dans le grain bouilli et 44,5 pour cent dans la farine), mais aussi de matières grasses, puisque la teneur du grain sec en matières grasses est de 16 pour cent et celle de la farine de 23 pour cent. On l'utilise dans l'alimentation humaine après élimination de la saveur amère par diverses méthodes. Les modes de préparation varient selon les régions et les occasions de consommation: soupes (crème de lupin); ragoûts (pepián); desserts (bouillie à l'orange) et rafraîchissements (jus de papaye avec de la farine de lupin).

Industriellement, on obtient de la farine que l'on utilise dans la panification au taux de 15 pour cent. Elle a l'avantage d'améliorer considérablement la valeur protéique et calorique du produit; de même, elle permet une conservation plus longue du pain, du fait de la diminution de l'amidon, un plus grand volume étant obtenu grâce aux propriétés émulgentes de la lécithine du lupin sucré. Les alcaloïdes (spartéine, lupinine, lupanidine, etc.) s'utilisent dans la lutte contre les ectoparasites et les parasites intestinaux du bétail. Les agriculteurs utilisent occasionnellement l'eau de décoction du lupin comme laxatif et pour la lutte contre les ennemis des cultures. Au stade de la floraison, la plante est incorporée à la terre comme engrais vert, ce qui améliore considérablement la quantité de matière organique, la structure et la rétention d'humidité du sol. En raison de

sa teneur en alcaloïdes, on sème souvent le lupin comme haies vives ou pour séparer des parcelles de différentes cultures, ce qui permet d'éviter les dégâts que pourraient causer les animaux. Les résidus de la récolte (tiges sèches) sont utilisés comme combustible en raison de leur grande quantité de cellulose qui donne un bon pouvoir calorifique.

Description botanique

L. mutabilis est une plante annuelle de taille variable, de 0,4 à 2,5 m, selon le génotype et le milieu où on la cultive. Elle a une racine pivotante à axe principal épais, atteignant jusqu'à 3 m; les racines secondaires ramifiées ont des nodules symbiotiques avec les bactéries du genre *Rhizobium*. Les tiges sont cylindriques et ligneuses. Les feuilles sont palmées et digitées. Les inflorescences se présentent en grappes à plusieurs verticilles floraux, comportant chacun cinq fleurs dont les couleurs varient (bleu, violet, bleu clair, rose, blanc). L'androcée est formé de 10 étamines dorsifixes et cinq basifixes; à 50-70 pour cent, les fleurs n'aboutissent pas à la formation de fruits, surtout sur les branches secondaires et tertiaires, en raison de l'abcission florale. Le fruit est constitué par un légume pubescent, indéhiscent dans les plantes cultivées et présentant une certaine déhiscence dans les semi-cultivées et les sauvages; il est de forme elliptique ou oblongue, pointu aux deux extrémités, avec près de 130 gousses par plante. La graine est lenticulaire, de 8 à 10 mm de long et 6 à 8 mm de large; sa couleur varie du noir au blanc en passant par le bai, le marron, le gris et le jaune-verdâtre; le tégument induré représente 10 pour cent de la graine et contient des alcaloïdes. Cent graines pèsent entre 20 et 28 g.

Le cycle végétatif varie de 150 à 360 jours, selon le génotype et si l'on ne tient compte que de la maturation de l'axe central ou aussi de celle des autres branches. Les différentes phases phénologiques sont les suivantes: émergence; premières feuilles véritables; formation de la grappe sur la tige centrale; floraison; formation puis maturation des gousses et maturité physiologique. Les graines présentent une latence en état d'immaturité, car elles exigent une phase de post-maturation avant de germer. Dans les espèces sauvages de *Lupinus*, la dispersion est spontanée par déhiscence et peut même atteindre plusieurs mètres.

Ecologie et phytogéographie

On cultive *L. mutabilis* dans les zones tempérées froides (Venezuela, Chili et nord de l'Argentine), dans les vallées interandines et sur les hauts plateaux, de 2 000 à 3 850 m, bien qu'expérimentalement on ait obtenu de bons rendements au niveau de la mer. Les exigences de *L. mutabilis* sont les suivantes:

Photopériode. La plante est apparemment indifférente à ce facteur, bien qu'on la cultive davantage lorsque les jours sont courts.

Précipitations. Ses exigences se situent entre 350 et 800 mm, car elle est cultivée exclusivement en sec; elle est susceptible à l'excès d'humidité et modérément susceptible à la sécheresse pendant la floraison et la formation des gousses.

Température. Elle ne supporte pas les gels lors de la phase de formation de la grappe et de la maturité, bien que certains écotypes cultivés au bord du lac Titicaca aient une plus grande résistance au froid.

Sols. Elle préfère les sols francs et francs-sableux, avec un équilibre adéquat d'éléments nutrifits, un bon drainage et un pH variant entre 5 et 7; en sols acides, la fixation de l'azote par le *Rhizobium* est très rare.

Cette culture se poursuit sous sa forme traditionnelle en Equateur, au Pérou et en Bolivie, bien que récemment on ait effectué avec de bons

résultats, des introductions au Venezuela, en Colombie, au Chili, en Argentine, au Mexique et dans certains pays d'Europe.

Diversité génétique

Le lupin changeant présente une grande diversité génétique, avec une grande variabilité de l'architecture de la plante, de son adaptation aux sols, aux précipitations, aux températures et à l'altitude. Il en est de même en ce qui concerne la précocité, la teneur en protéines, en huile et en alcaloïdes, le rendement et la tolérance aux maladies. La couleur du grain, de la plante et de la fleur est variable. Son centre d'origine se situerait dans la région andine de l'Equateur, du Pérou et de la Bolivie, puisque c'est là qu'on rencontre la plus grande variabilité génétique. On a indentifié dans cette région 83 espèces du genre *Lupinus*.

Les variétés et cultivars connus sont nombreux: au Pérou, Andenes 80, Cuzco, K'ayra, Carlos Ochoa, Yunguyo, Altagracia, H6, SCG-9, SCG-25, SLP-1, SLP-2, SLP-3, SLP-4 et SLP-5; en Bolivie, Toralapa et Carabuco; au Chili, Inti.

On conserve diverses collections de travail dans des universités, des instituts de recherche et des projets de coopération technique tout au long de la région andine. On conserve plus de 1 600 échantillons dans des chambres froides de différentes stations expérimentales dont les principales sont: au Pérou, K'ayra à Cuzco, Santa Ana à Huancayo, Illpa et Camacani à Puno, Baños del Inca à Cajamarca et Canáan à Ayacucho; en Bolivie, Patacamaya, Toralapa et Pairumani; en Equateur, Santa Catalina.

La teneur élevée en matières grasses des graines réduit les temps de germination; les pertes peuvent atteindre entre 20 et 25 pour cent par an, aussi faut-il une régénération continue du matériel.

Sur le terrain, on n'observe pas encore d'érosion génétique, puisque l'introduction de variétés améliorées n'est pas significative. La conservation *in situ* serait une bonne solution, surtout pour les espèces sauvages.

Les zones présentant une diversité génétique d'espèces cultivées ou sauvages qu'il faut recueillir se situent au-dessus de 3 800 m, dans des régions semi-arides, dans les vallées interandines profondes, sur le versant oriental des Andes, sur les collines de la côte du Pérou, au pied des monts du Venezuela, dans la savane de Colombie, dans le nord de l'Argentine, dans les vallées chaudes de Bolivie, et au Chili, à Concepción et Chiloé au sud et dans certaines zones du nord.

Pratiques culturales

La pratique culturale traditionnelle consiste à semer avec un minimum de labour, surtout dans les sols peu profonds et les zones d'altitude, en raison du peu de développement des mauvaises herbes et pour conserver l'humidité. Le lupin est généralement cultivé en rotation avec la pomme de terre ou les céréales, sans utilisation d'engrais ni de fumier. La densité de semis varie de 100 à 120 kg par hectare de graines non sélectionnées, distribuées à la volée. Les travaux culturaux se limitent à un sarclage. La récolte se fait lorsque les plantes ont atteint la pleine maturité; les grains se séparent de la gousse lorsqu'on les bat avec des bâtons recourbés ou lorsqu'on les fait piétiner par le bétail; le battage se complète en vannant le grain. Cette technique permet des rendements qui varient entre 500 et 1 000 kg par hectare, selon les régions et les écotypes utilisés.

La technique de culture améliorée consiste à semer dans un sol préalablement préparé et amendé selon la formule 0-60-00 ou 0-80-60, en fonction de la fertilité du sol. Il faut de 80 à 90 kg par hectare de graines sélectionnées et désinfectées contre *Colletotrichum* sp. Dans des sillons distants de 60 à 80 cm, on place deux ou trois graines à la fois à des intervalles de 30 cm. Le sarclage se fait au moment de la ramification, en luttant contre le charançon foreur (*Apion* sp.) et *Epicauta*

sp. La récolte a lieu lorsque l'axe central est mûr (hauts plateaux du Pérou et de Bolivie) ou lorsque ce sont les branches primaires et secondaires qui le sont (vallées interandines). La méthode la plus courante de récolte consiste à faucher, laisser sécher, battre, vanner et emmagasiner – activités qui demandent une assez grande quantité de main-d'œuvre. On a utilisé des batteuses fixes à soja ou à haricots avec de bons résultats, et on a même conçu des prototypes de batteuses fixes à moteur de 0,5 à 1 cv; mais l'efficacité de ce dernier équipement n'est pas encore suffisante (de 500 à 600 kg par jour). Les rendements atteignent de 3 500 à 5 000 kg par hectare.

Cette culture se développe et suscite un grand intérêt aussi bien au Pérou et en Bolivie qu'en Equateur. La situation agronomique de la culture du lupin changeant a été décrite en Equateur. On dispose actuellement d'une variété exempte d'alcaloïdes, Inti, obtenue au Chili par von Baer.

Perspectives d'amélioration

La culture du lupin changeant, comme celle des autres plantes d'origine andine, est limitée, faute d'un soutien continu pour son étude et sa promotion. La principale limitation est la teneur en alcaloïdes du grain et de la plante elle-même. Les alcaloïdes, qui donnent une saveur amère et piquante, doivent être éliminés par différents processus laborieux. La méthode traditionnelle la plus connue est celle de la décoction puis de lavages répétés pendant plusieurs jours. Les résidus de la récolte ne peuvent pas être utilisés comme fourrage tant qu'on ne dispose pas de variétés exemptes d'alcaloïdes. Bien qu'il existe actuellement des écotypes à faible teneur en alcaloïdes et une seule variété qui n'en contienne pas du tout, celle-ci présente encore des difficultés d'adaptation, une faible résistance aux ravageurs et aux maladies, une longue période végétative et une croissance peu vigoureuse. Sa valeur nutritive et ses modes d'utilisation ne sont pas très largement diffusés, ce qui fait que la population ne les consomme pas de façon généralisée. De plus, l'offre sur le marché de lupin changeant traité contre l'amertume se limite aux zones productrices et a un caractère saisonnier.

Les méthodes de transformation sont encore artisanales et peu efficientes. Avec des techniques agro-industrielles avancées, on pourrait étendre et promouvoir la culture et améliorer les prix.

Cette culture a un potentiel productif et des perspectives d'utilisation comme oléagineux, source de protéines, fixatrice d'azote et productrice d'alcaloïdes ayant une utilité pour la santé animale et végétale. On pourrait l'étendre aux zones marginales; il faut pour cela davantage d'études génétiques en ce qui concerne la résistance à la sécheresse, au gel, à la grêle et à l'acidité du sol. Grâce à la sélection et aux croisements, il existe des possibilités de développer des variétés sans alcaloïdes, ayant les caractéristiques agronomiques et productives souhaitables.

Zones potentielles d'introduction et de culture

La culture pourrait s'intensifier dans les régions andines de l'Equateur, du Pérou et de la Bolivie, aussi bien dans les régions traditionnelles où elle a été abandonnée ou remplacée que dans des régions nouvelles, en introduisant les variétés à teneur en alcaloïdes faible ou nulle. Comme oléagineux, elle pourrait contribuer à réduire le déficit de matières grasses dans les pays andins; on a même envisagé son utilisation comme fourrage dans les zones froides d'Europe. Les variétés précoces (150 jours de période végétative) peuvent être semées en rotation avec les céréales dans la montagne ou avec d'autres cultures industrielles sur la côte du Pérou.

En Colombie, on a enregistré des expériences favorables d'introduction à Boyacá, Cundinamarca, Nariño et Antioquía; et au Venezuela, à Trujillo, Mérida et Lara. Au nord de l'Argentine,

FIGURE 14

A. Lupin changeant (*Lupinus mutabilis*); A1. fleur; A2. légume; A3. graine; B. amarante caudée (*Amaranthus caudatus*); B1. fleur; B2. fruit



en Uruguay et au Paraguay, on pourrait l'introduire dans les régions froides d'altitude. Il faut pour cela approfondir les études, surtout en Uruguay et au Paraguay. En Argentine, on dispose de banques de gènes dont le matériel est réduit, et des études ont été menées à bien dans les universités de Córdoba et Buenos Aires ainsi qu'à l'INTA.

Au Chili, on cultive les espèces *L. luteus*, *L. albus* et *L. angustifolius* que l'on utilise dans l'élaboration de farine pour la panification, dans l'industrie huilière et comme aliment complémentaire pour les écoles et les hôpitaux. Les zones productrices se concentrent à Concepción, Valdivia et Gorbea. Les variétés précoces et sucrées pourraient être cultivées dans les zones en altitude du pays.

En Amérique centrale, l'introduction de cette culture peut avoir une diffusion prometteuse car les conditions agro-écologiques s'y prêtent. Au Mexique, on a obtenu expérimentalement de bons résultats en arrivant à récolter les branches tertiaires. La culture pourrait s'étendre à Oaxaca et Guerrero et une partie d'autres Etats comme ceux de Mexico (Toluca), Tlaxcala et Puebla, ainsi qu'au Honduras, au Guatemala et au Nicaragua. Les possibilités sont plus limitées aux Etats-Unis et au Canada, en raison de l'avance technologique d'autres cultures comme le soja et le tournesol.

Orientations de la recherche

Les orientations de la recherche et du développement technologique pour promouvoir cette culture peuvent se regrouper sous les aspects suivants:

- *Matériel génétique:* compléter la collecte, l'évaluation, la documentation et l'échange de matériel génétique.
- *Amélioration génétique et agronomique:* obtenir des variétés sans alcaloïdes, présentant à la fois la précocité, la résistance à *Colletotrichum gleosporioides*, la résistance à la sécheresse, au gel et à l'acidité du sol; obtenir des variétés à haut rendement, à maturation uniforme de l'axe principal et des branches latérales, ainsi qu'une architecture à ramification basale; effectuer des études sur la lutte intégrée contre les ravageurs et les maladies; former des noyaux génétiques; obtenir des semences de base et des semences homologuées des principales variétés.
- *Transformation après récolte et industrialisation:* effectuer des études sur la classification, la propreté et l'adéquation en fonction de l'agro-industrie; introduire des techniques pour éliminer les alcaloïdes, en évitant la perte de valeur nutritive; mener à bien des recherches pour obtenir des produits transformés pour l'usage humain; promouvoir la consommation, les modes de préparation et la valeur biologique.
- *Commercialisation et consommation:* étudier les circuits et les coûts de commercialisation ainsi que le potentiel des marchés internes et externes; rassembler des informations sur les prix et les paramètres de qualité; proposer des méthodes pour stimuler la demande et établir des programmes sociaux d'alimentation massive.

AMARANTE CAUDÉE (*Amaranthus caudatus*)

Nom botanique: *Amaranthus caudatus* L.
Famille: amarantacées
Noms communs. Français: amarante caudés, discipline des religieux; *langues aborigènes:* kiwicha (Pérou), achita (Pérou [Ayacucho, Apurímac]), achis (Pérou [Ancash]), coyo (Pérou [Cajamarca]), coimi, millmi (Bolivie), sangoracha, ataqo (Equateur)

Amaranthus caudatus est une céréale originaire d'Amérique du Sud, où elle a été domestiquée. Le chroniqueur Cobo rapporte en 1653 que, dans la ville de Guamanga (Ayacucho), on confection-

nait de délicieuses friandises faites de bledos (*A. caudatus*) et de sucre. Une espèce analogue, l'épinard du Soudan (*A. hypochondriacus*), a été très cultivée en Amérique centrale et est souvent citée par les chroniqueurs à propos des coutumes et cérémonies aztèques.

Depuis l'époque coloniale, la superficie cultivée en amarante caudée a notablement diminué. Sa culture se maintient cependant en Equateur, au Pérou, en Bolivie et en Argentine, grâce à la persévérance des agriculteurs andins, et conserve son importance en raison de son excellente qualité nutritive. Elle est efficace pour fixer le CO_2, ne présente pas de photorespiration et exige une moins grande quantité d'eau pour produire la même quantité de biomasse que les céréales.

La valeur nutritive du grain est élevée et atteint 12 à 16 pour cent de protéines; l'équilibre d'acides aminés est optimal, avec une bonne proportion d'éléments soufrés: lysine, méthionine et cystine. Le grain ne possède ni saponine, ni alcaloïdes et les feuilles sont comestibles. Dans l'alimentation humaine, on le consomme de préférence éclaté ou moulu après éclatement, ce qui permet d'obtenir une farine très agréable; on cuisine également le grain entier.

On connaît plus de 50 modes de préparation: les feuilles se consomment en salade, et avec les grains on prépare des soupes, des crèmes, des ragoûts, des desserts, des boissons, des pains et des galettes.

L'agro-industrie fabrique de la farine que l'on utilise dans une proportion allant jusqu'à 20 pour cent comme succédané du blé dans la panification, et qui sert également dans la préparation de poudre chocolatée instantanée, de sirops et de friandises. On a étudié l'utilisation des colorants végétaux qui se trouvent dans une proportion allant jusqu'à 23 pour cent dans l'épi, et qui sont très solubles dans l'eau et instables à la lumière.

Les résidus de la récolte servent à alimenter le bétail, en raison de leur teneur en protéines et de leur bonne digestibilité. Le grain moulu sert contre la dysenterie amibienne.

Description botanique

A. caudatus est une plante annuelle de 0,40 à 3 m. Elle possède une racine pivotante et de nombreuses racines latérales très ramifiées. Les feuilles sont pétiolées, ovales, opposées ou alternées, de couleur verte ou pourpre. L'inflorescence paniculée, monoïque, a un port érigé à pendant et des couleurs vives (vert, jaune, orangé, rose, rouge, pourpre et café). Les fleurs sont petites, unisexuées, staminées ou pistillées; les fleurs mâles possèdent de trois à cinq étamines et les fleurs femelles ont un ovaire supère monosperme. Le fruit est en pyxide; les graines sont petites (de 1 à 1,5 mm de diamètre), généralement blanches, lisses, brillantes, légèrement aplaties mais parfois jaunâtres, dorées, roses, rouges et noires; il y a de 1 000-3 000 graines par gramme.

Le pourcentage d'allogamie varie entre 10 et 50 pour cent, y compris entre individus d'une même population. Le croisement dépend du vent, du nombre d'insectes pollinisateurs, de la production de pollen, etc.

En général, les graines ne présentent pas de dormance; en présence d'humidité, elles germent même sur la plante. La déhiscence se produit de façon échelonnée; ce caractère est commun aux diverses espèces sauvages. Les graines se dispersent à des distances très considérables de la plante mère.

Ecologie et phytogéographie

La culture de *A. caudatus* s'étend de l'Equateur jusqu'au nord de l'Argentine, dans les zones tempérées et les vallées interandines, depuis le niveau de la mer jusqu'à 3 000 m. Ses principales exigences sont les suivantes:

Photopériode. La plante préfère les jours courts, mais fait preuve d'une grande adaptabilité aux

environnements différents et peut fleurir lorsque le jour dure entre 12 et 16 heures.

Précipitations. Ses exigences varient de 400 à 800 mm, mais on obtient des productions acceptables avec 250 mm; bien que la plante exige des niveaux raisonnables de précipitations pour la germination et la floraison, elle peut tolérer des périodes de sécheresse une fois installée. On a observé des cultures dans des zones présentant 1 000 mm de précipitations annuelles.

Température. La plante est sensible au froid et ne peut supporter des températures inférieures à 4 °C au stade de la ramification, ni des températures supérieures à 35-40 °C.

Sols. Elle préfère les sols francs, sableux, à forte teneur en éléments nutritifs et bien drainés, mais peut s'adapter à une vaste gamme de types de sols. Le pH idéal est de 6 à 7; on a rencontré des cultures dans des sols acides et avec un pH de 8,5. La plante se montre tolérante à la toxicité aluminique. Sous ses formes sauvages et tolérées à l'intérieur des cultures, il existe de nombreuses espèces d'*Amaranthus*; dans les Andes, les plus importantes sont: *A. hybridus*, *A. spinosus*, *A. dubius*, *A. palmeri*, *A. viridis*, *A. blitum* et *A. tricolor*. On les rencontre associées à la culture du maïs notamment; elles possèdent généralement des graines sombres et, lorsque les conditions de fertilité sont adéquates, elles peuvent être très vigoureuses et de grande taille, au point de se confondre avec la plante cultivée; les feuilles sont utilisées dans l'alimentation humaine.

Diversité génétique

A. caudatus présente une grande variété génétique et une importante diversité de formes, depuis le port érigé jusqu'au port complètement tombant. Il y a également une grande variation dans la couleur du grain, la précocité, la teneur en protéines, les types de panicules, l'adaptation au sol, au climat, aux précipitations et aux températures, la résistance aux maladies et la teneur en colorants. La plus grande variation génétique s'observe dans les Andes (Equateur, Pérou, Bolivie et Argentine). Le Programme de recherche sur l'amarante caudée mené par l'Université de Cuzco au Pérou a sélectionné entre autres les variétés Noel Vietmayer et Oscar Blanco; d'autre part, l'INIAA à Cajamarca a sélectionné Roja de Cajabamba et San Luis.

Les banques de gènes conservent plus de 600 échantillons. Au Pérou, elles se trouvent dans les stations expérimentales de K'ayra (Cuzco), Canáan (Ayacucho), Baños del Inca (Cajamarca), Santa Ana (Huancayo) et Tingua (Huaraz); en Equateur, dans la station expérimentale de Santa Catalina; en Bolivie, dans la Pairumani; en Argentine, à l'Université de Córdoba.

Il existe de nombreuses zones de diversité génétique qu'il faut parcourir afin de collecter des échantillons, principalement dans les vallées tropicales et subtropicales de la cordillère orientale des Andes du Pérou, de la Bolivie et de l'Equateur, ainsi que dans les vallées occidentales des Andes et les zones semi-arides du Pérou et de la Bolivie (Ayacucho et Cochabamba, respectivement).

Pratiques culturales

La culture de *A. caudatus* s'est maintenue sous une forme traditionnelle dans les Andes du Pérou, de la Bolivie, de l'Equateur et de l'Argentine. On observe différents modes et systèmes de culture: semis direct; transplantation, avec irrigation ou en sec; associée au maïs; intercalée, pour servir de division entre les champs d'autres cultures; comme bordure; en semis horticole à côté des habitations; en parcelles réduites dans les petites propriétés et même sur des superficies importantes.

Traditionnellement, on la sème en sec et sans engrais, dans des terrains préalablement prépa-

rés, souvent associée au maïs et, en cas de semis seul, dans des sillons distants de 80 cm, en pluie continue. Lorsque les plants atteignent 20 à 25 cm, on procède au premier sarclage ainsi qu'au premier éclaircissement lorsque les plantules sont trop serrées ou pour les transplanter en des points où l'humidité est plus grande. On pratique aussi le semis en pépinière pour transplantation ultérieure dans des terrains irrigués. La récolte se fait avant la maturité totale, afin de prévenir la chute des graines. Elle consiste à couper les plants à la faux à 20 cm du sol, en formant de petites gerbes sur les sillons et en les laissant jusqu'à ce qu'elles sèchent. Pour les égrener, on les bat avec des bâtons sur des bâches étendues ou sur le sol battu; ensuite, on les tamise ou on les vanne pour séparer le grain des résidus. Avec cette technique, le paysan obtient de 500 à 1 500 kg par hectare.

L'amélioration de la culture consiste à préparer convenablement le sol et à semer directement avec une densité de 4 à 6 kg par hectare de semences sélectionnées, dans des sillons distants de 80 cm, en appliquant des engrais en fonction de la quantité d'éléments nutritifs disponibles dans le sol (50-60-20 ou 80-80-20 au Pérou). Les travaux culturaux consistent en un ou deux sarclages et un léger buttage pour éviter que les inflorescences ne tombent à cause de leur poids. On procède également à une lutte contre les principaux ravageurs et maladies. La récolte s'effectue sans attendre la maturité complète, lorsque les feuilles inférieures commencent à jaunir, qu'il y a une certaine déhiscence basale et des grains secs. On moissonne et on laisse sécher; on procède ensuite au battage avec des bâtons recourbés (auquel cas il faut de 20 à 25 journées par hectare), ou avec des batteuses fixes à blé sur lesquelles on modifie la taille des cribles, l'entrée d'air et le nombre de tours du moteur. Le rendement que l'on obtient varie entre 2 000 et 5 000 kg par hectare au Pérou et 900 à 4 000 kg par hectare en Equateur.

Perspectives d'amélioration

L'augmentation des indices de production, suivie d'un appui à la transformation industrielle rurale qui permettrait d'améliorer les revenus du producteur, stimulerait la consommation locale et, en cas d'excédent, l'exportation. Le niveau atteint dans les recherches, l'évaluation et la détermination des caractéristiques du matériel génétique disponible, ainsi que les progrès réalisés dans l'amélioration génétique, agronomique, biochimique et industrielle, constituent une bonne base, ce qui fait que le progrès technologique est prometteur pour ce qui est de concrétiser le potentiel productif que possède cette plante. Il faudrait une plus grande diffusion, aussi bien au niveau des producteurs qu'à celui des consommateurs; la valeur nutritive, les utilisations et les modes de consommation sont en effet peu diffusés dans les pays andins. Les avantages de l'amarante caudée sont le faible coût du grain non transformé, le fait qu'il n'exige pas de traitements spéciaux et sa bonne adaptation à la consommation.

Orientations de la recherche

Les principaux aspects de la recherche qui demandent à être complétés sont les suivants:

- *Matériel génétique et amélioration:* compléter la collecte du plasma germinatif dans certaines zones de la région andine, ainsi que l'évaluation, la détermination des caractéristiques et la documentation; obtenir des variétés présentant une moins grande déhiscence, une plus grande uniformité de maturation, une résistance à la sécheresse, au gel et à l'alcalinité du sol, une tolérance aux principaux ravageurs et maladies et une plus grande teneur en colorants; promouvoir la création de pépinières de base homologuées des principales variétés.
- *Transformation après récolte et industrialisation:* développer des prototypes de machi-

nes permettant d'effectuer la récolte de façon plus efficiente, ainsi que le nettoyage et la sélection; développer des technologies de transformation industrielle pour obtenir de nouveaux produits, en particulier pour renforcer l'alimentation maternelle et infantile.

Il est en outre nécessaire d'établir un programme de diffusion au niveau des zones urbaines. En matière de commercialisation, il faut procéder à des études des circuits et des coûts, de la potentialité des marchés internes et externes, et des normes de qualité.

Bibliographie

Cano, V.J. 1973. El cultivo de la cañihua. *Boletín Fac. Ing. Agrícola*, 2. Puno, Pérou, Universidad Nacional Técnica del Altiplano.

Cárdenas, M. 1989. *Manual de plantas económicas de Bolivia*, 2[e] éd. La Paz, Editorial Los Amigos del Libro.

Congreso Internacional sobre Cultivos Andinos. I Ayacucho, 1977; II Riobamba, 1979; III La Paz, 1982; IV Pasto, 1984; V Puno, 1986; VI Quito, 1988; VII La Paz, 1991.

Convención de Quenopodiáceas Quinua-Cañihua. I Puno, 1968; II Potosí, 1976.

FAO. 1982. *El cultivo y la utilización del tarwi* Lupinus mutabilis *Sweet*. Etude FAO: Production végétale et protection des plantes, n° 36. Rome, FAO.

FAO. 1990. *Los cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación*. Santiago, FAO.

Gandarillas, H. 1967. Observaciones sobre la biología reproductiva de la quinua. *Sajama*, 5(2): 16-18.

Hunzinker, A.T. 1952. *Los pseudocereales de la agricultura indígena de América*. Buenos Aires, ACME.

León, J. 1964. *Plantas alimenticias andinas*. IICA, Boletín Técnico, 6.

Mújica, A. 1977. *Cultivo de la quinua*. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Pérou.

Mújica, A. 1990. *Investigación y producción del tarwi* (Lupinus mutabilis *Sweet*) *en el Perú*. Lima, INIAA, PICA.

National Research Council. 1989. *Lost crops of the Incas: Little known plants from the Andes with promise for worldwide cultivation*. Washington, DC, National Academy Press.

Nieto, C. 1989. *El cultivo de amaranto* (Amaranthus *spp.*), *una alternativa agronómica para Ecuador*. Publ. Misc. 52. E.E. Santa Catalina, Equateur, INIAP.

Sauer, J.D. 1967. The grain amaranths and their relatives: a revised taxonomic and geographic survey. *Ann. Missouri Bot. Gard.*, 54: 103-137.

Sumar, L. 1983. *Amaranthus caudatus*, el pequeño gigante. Lima, UNICEF.

Tapia, M., Gandarillas, H., Alandia, S., Cardozo, A. & Mújica, A. 1979. *Quinua y qañiwa, cultivos andinos*. Bogota, IICA.

Torres, F. 1976. *Lupinus mutabilis* Sweet. A potent food source from the Andean region. *Am. J. Clin. Nutr.*, 25: 833.

Vallenas, M. & Carpio F. 1974. *La cañihua y su cultivo*. Boletín n° 25. Puno, Pérou. Ministère de l'agriculture, zone agraire XII.

Wilson, H. 1990. Quinua and relatives (*Chenopodium* Sub. Sect. *Cellulata*). *Econ. Bot.*, 44 (3 Suppl.): 92-110.

Zevallos, J. & Mújica, A. 1977. *Tarwi* (Lupinus mutabilis *Sweet*). Puno, Pérou, Ministère de l'alimentation, zone XII.

Tubercules andins

OXALIDE TUBÉREUSE (*Oxalis tuberosa*)

Nom botanique: *Oxalis tuberosa* Molina
Famille: oxalidacées
Noms communs. Français: oxalide tubéreuse, truffette acide; *quechua:* oqa, ok'a; *aymara:* apilla; *espagnol:* oca (Pérou, Equateur), oca, ibia (Colombie), ruba, timbo, quiba (Venezuela), papa roja, papa colorada, papa extranjera (Mexique)

Oxalis tuberosa est une culture endémique dans les Andes. Sa domestication, en même temps que celle de la pomme de terre et d'autres tubercules andins, dans la région centrale du Pérou (10° de latitude sud) et au nord de la Bolivie (20° de latitude sud) où l'on rencontre la plus grande diversité, aussi bien de formes cultivées que de formes sauvages, aurait donné naissance à l'activité agricole dans les zones agroécologiques les plus hautes des Andes. Les migrations de l'homme précolombien en auraient étendu la culture jusqu'à 8° de latitude nord au Venezuela et 25° de latitude sud dans le nord de l'Argentine et du Chili. Sa culture a été introduite au Mexique il y a 200 ou 300 ans et elle est aujourd'hui relativement importante dans la zone de l'axe néovolcanique transversal. L'introduction de l'oxalide tubéreuse en Europe s'est faite au siècle dernier et, même lorsqu'on l'a produite comme primeur, elle n'est pas parvenue à être adoptée comme culture permanente. Son existence en Nouvelle-Zélande est connue depuis 1860, et sa culture paraît avoir gagné en popularité ces 20 dernières années. L'oxalide tubéreuse se sème associée à l'ulluque, à la capucine tubéreuse et aux pommes de terre natives en parcelles de 30 à environ 1 000 m^2. De ce fait, il est difficile de connaître la superficie cultivée et la production. On estime cependant qu'au Pérou on en sème annuellement 20 000 ha, avec une production moyenne de 3 à 12 tonnes par hectare, bien que certaines sélections et certains traitements aient permis de produire expérimentalement 97 tonnes par hectare.

Utilisations et valeur nutritive

Après la récolte, on expose les oxalides tubéreuses au soleil pour les rendre plus sucrées, puis on les blanchit ou on les rôtit, ou encore on les fait cuire dans un trou creusé dans le sol.

Le tubercule congelé et séché se nomme *khaya*. Si on le lave après la congélation, on obtient un produit plus blanc, considéré comme de qualité supérieure, dénommé *okhaya*; la farine de ce dernier produit sert à préparer de la bouillie et des entremets. L'oxalide tubéreuse est avant tout une bonne source d'énergie; les quantités de protéines et de matières grasses sont faibles.

Description botanique

O. tuberosa est une plante herbacée annuelle à croissance érigée dans les premières phases de son développement, puis retombante ou rampante jusqu'à maturité. Les tubercules sont claviformes-ellipsoïdaux et cylindriques; ils portent des bourgeons sur toute la superficie et ont des couleurs variées: blanc, jaune, rouge, brun.

Les feuilles trifoliées ont des pétioles de longueur variable (de 2 à 9 cm). Les inflorescences

---

Les auteurs de ce chapitre sont C. Arbizu et M. Tapia (CIP, Pérou).

comptent quatre ou cinq fleurs. Le calice est formé de cinq sépales pointus et verts; la corolle a cinq pétales jaunes à rayures violettes, 10 étamines en deux groupes de cinq et un pistil plus court ou plus long que les étamines. La plante se reproduit presque exclusivement par les tubercules. La structure florale présente un mécanisme efficace qui facilite la pollinisation croisée.

Ecologie et phytogéographie

L'oxalide tubéreuse se cultive de 3 000 à 4 000 m, de la Colombie au Chili, mais la plus grande concentration se trouve entre 3 500 et 3 800 m, dans la zone agroécologique du suni.

On trouve des espèces sauvages du genre *Oxalis* dans les collines de la côte du Pérou, ou de façon sympatrique à l'oxalide cultivée dans les Andes et en bordure de forêt.

Diversité génétique

Le nombre de base de chromosomes a été établi: x = 11. On dispose d'informations sur les oxalides proches des pentaploïdes (2n = 2x = 58) et hexaploïdes (2n = 2x = 66), ainsi que sur la nature hexaploïde des oxalides cultivées. Il faudrait déterminer de façon plus précise la fréquence des diploïdes, triploïdes, tétraploïdes, pentaploïdes et hexaploïdes, ainsi que de celles qui ne sont pas exactement euploïdes. Il conviendrait d'étudier le rôle des gamètes 2n dans la formation du complexe polyploïde, ainsi que la nature du matériel F1 et F2.

Le modèle de variabilité de l'oxalide paraît être assez complet. En effet, jusqu'à maintenant les formes cultivées se regroupent en une seule espèce qui comprend diverses formes et couleurs de tubercules.

Le système d'auto-incompatibilité que présente l'oxalide et la pollinisation croisée qui s'ensuit, conjugué à la sélection esthétique effectuée par les agriculteurs andins, ont dû influer sur l'existence de la grande diversité de couleurs et de formes des tubercules, ainsi que sur le nombre et la profondeur des «yeux» ou «bourgeons». La forte variabilité rencontrée dans la couleur des tubercules suggère une variation continue, puisque la couleur varie du blanc au noir en passant par différentes tonalités de jaune, rose et rouge. La couleur de la pulpe paraît elle aussi varier de façon continue, mais dans des proportions moins grandes que la couleur de la peau. On a observé des oxalides à pulpe blanc ivoire, jaune et pourpre violet dans diverses tonalités. Une grande quantité de formes comportent l'anneau vasculaire du tubercule pigmenté de la même façon que la peau, suivi en intensité de couleur par la moelle.

Collections d'oxalides en Amérique du Sud

Des expéditions de collecte d'oxalides cultivées ont été menées à bien au Pérou, en Equateur et en Bolivie au cours des 10 dernières années. Les collections de terrain du Pérou sont tenues et évaluées dans les universités de Cuzco, Huancayo, Ayacucho, Cajamarca et Puno, ainsi qu'à l'INIAA, où il existe plus de 1 000 échantillons avec un nombre suffisant de doubles. La majorité de ce matériel est entretenu *in vitro* dans le laboratoire de biotechnologie de l'Université nationale Mayor San Marcos à Lima. La collection d'oxalides équatoriennes est conservée comme collection de terrain à la station de Santa Catalina à Quito.

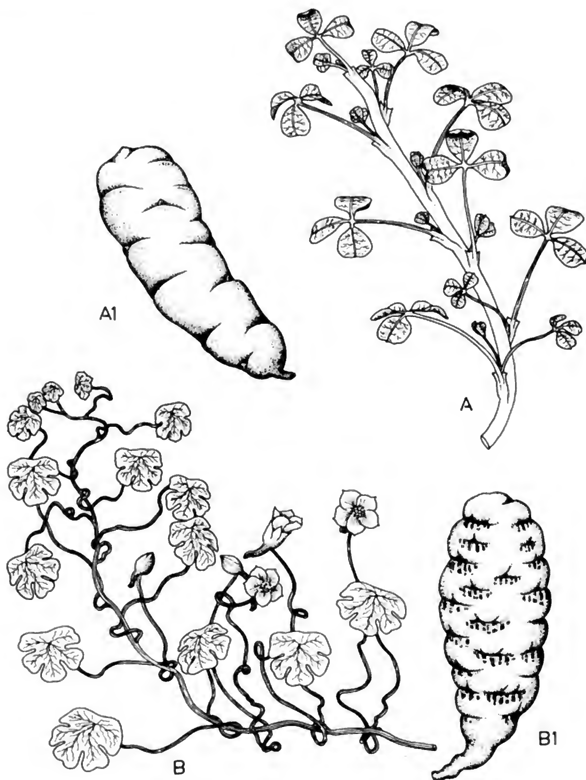
Pratiques culturales

Les trois tubercules andins (oxalide tubéreuse, capucine tubéreuse et ulluque) se cultivent dans la même zone agroécologique; leurs exigences en matière de sols, ainsi que les pratiques culturales, sont très semblables entre elles et analogues à celles de la pomme de terre, raison pour laquelle on les présente ensemble.

Dans la zone nord de la montagne péruvienne, on pratique de façon traditionnelle la culture en

FIGURE 15

Tubercules andins: A. oxalide tubéreuse (*Oxalis tuberosa*); A1. tubercule; B. capucine tubéreuse (*Tropaeolum tuberosum*); B1. tubercule



melgas: après la culture de la pomme de terre, on divise le terrain en trois à cinq planches et on plante dans chacune d'elles l'un des tubercules andins. Sur les hauts plateaux de Puno et dans la zone agroécologique de la puna semi-humide, on plante les tubercules en mélange; en revanche, dans la zone agroécologique quechua, on plante l'oxalide et l'ulluque en association avec le maïs. Ces cultures répondent très bien aux travaux agricoles en termes d'amendement, de buttage, de sarclage et surtout de lutte contre les ravageurs et les maladies; en effet, leur production s'élève jusqu'à 40 ou 50 tonnes par hectare, niveau comparable aux rendements de pommes de terre les plus élevés.

Perspectives d'amélioration

Les perspectives de cette culture résident dans la possibilité d'augmenter le rendement et dans son utilisation comme source de farine pouvant se substituer à la farine de blé. Il faudrait prendre en compte les aspects suivants:

- Les oxalides se cultivent sur les mêmes terrains que la pomme de terre et entrent donc en concurrence avec elle pour les superficies de culture; cela pourrait limiter leur expansion. Certaines études faites dans le sud du Pérou paraissent le confirmer.
- L'attaque de parasites comme les charançons peut provoquer la perte totale de la récolte. Il faudrait effectuer des études sur la lutte intégrée contre ce ravageur au moyen de pratiques culturales, sur la lutte biologique à l'aide du champignon *Beauveria brogniartii*, le traitement après récolte et l'utilisation de variétés résistantes. Les oxalides amères présentent un certain degré de résistance aux différents types de charançons.
- En ce qui concerne les maladies virales, bien que l'on n'ait identifié qu'un seul virus dans l'oxalide, il semble qu'il en existe d'autres qui provoquent des dommages à cette culture. La propreté des variétés commerciales et des matériels génétiques doit devenir pratique courante, car les variétés exemptes de virus donneraient des rendements beaucoup plus élevés.
- La durée de la période végétative (de sept à huit mois) expose la culture pendant plus longtemps à l'attaque de facteurs biotiques et abiotiques et a pour conséquence le remplacement progressif de la culture de l'oxalide par des variétés précoces de pomme de terre (de quatre à cinq mois). La courte durée de vie du tubercule affecte également la propagation de cette culture.

Les rendements élevés en matière sèche obtenus et les possiblités d'obtenir jusqu'à 6 ou 7 tonnes de farine par hectare devraient faire l'objet d'un programme d'étude agro-industrielle.

CAPUCINE TUBÉREUSE (*Tropaeolum tuberosum*)

Nom botanique: *Tropaeolum tuberosum* Ruíz & Pavón
Famille: tropéolacées
Noms communs. Français: capucine tubéreuse; *espagnol:* mashwa, mashua (Pérou, Equateur), isaño, añu (Pérou, Bolivie), maswallo, mazuko, mascho (Pérou), cubio (Colombie)

Tropaeolum tuberosum est semble-t-il originaire des Andes centrales (de 10 à 20° de latitude sud); sa culture se serait étendue du fait des migrations de l'homme précolombien jusqu'à la Colombie (8° de latitude nord) et au nord de l'Argentine et du Chili (25° de latitude sud). Malgré sa rusticité, il n'existe pas de référence d'introduction dans d'autres pays, peut-être parce que la saveur du tubercule est peu agréable pour qui le goûte pour la première fois.

Cultivée en association avec l'ulluque, l'oxali-

de et les pommes de terre natives dans des parcelles de 30 à environ 1 000 m^2, il est difficile d'en connaître la superficie cultivée et la production. On estime cependant que l'on plante annuellement au Pérou environ 6 000 ha, avec un rendement moyen de 4 à 12 tonnes par hectare. Dans des conditions expérimentales, on a obtenu jusqu'à 70 tonnes par hectare.

Du point de vue agronomique, la capucine tubéreuse est très rustique; elle se cultive dans des sols pauvres, sans engrais ni presticides. Même dans ces conditions, son rendement peut être le double de celui de la pomme de terre. L'association avec l'ulluque, l'oxalide et les pommes de terre natives s'expliquerait par les principes nématicides et insecticides que possède la plante.

On attribue à ces tubercules des propriétés anaphrodisiaques depuis l'époque des Incas qui les utilisaient dans l'alimentation des soldats. On sait aujourd'hui que les niveaux de testotérone se réduisent de façon significative chez les rats mâles nourris à la capucine tubéreuse.

Utilisations et valeur nutritive

La capucine tubéreuse joue un rôle important pour satisfaire les besoins alimentaires des habitants ayant peu de ressources dans les zones rurales marginales les plus hautes des Andes. On la prépare blanchie, rôtie ou comme *thayacha*. Ce dernier mode de préparation consiste à exposer les tubercules pendant une nuit aux effets du gel. Le jour suivant, on les mange accompagnées de miel de canne.

Description botanique

T. tuberosum est une plante herbacée annuelle à croissance érigée lorsqu'elle est jeune, et à tiges rampantes et feuillage compact lorsqu'elle mûrit. Cela lui permet de concurrencer avantageusement les mauvaises herbes. A première vue, les tubercules peuvent être confondus avec ceux de l'oxalide, mais on les distingue par leur forme conique, leurs raies sombres et leur plus grande concentration d'yeux dans la partie distale, ainsi que par leur saveur aigre.

Le cycle végétatif de cette espèce varie entre 220 et 245 jours. A la différence de l'oxalide et de l'ulluque, elle produit une grande quantité de graines viables.

Ecologie et phytogéographie

La capucine tubéreuse se cultive de la Colombie à la Bolivie, entre 3 000 et 4 000 m, avec une plus grande concentration entre 3 500 et 3 800 m. Malgré la pauvreté des sols et des températures extrêmes, le rayonnement, la variation des précipitations et les vents des Andes, la plante croît rapidement, repousse les insectes et les nématodes, élimine les mauvaises herbes et maximise la photosynthèse. La proportion de matière sèche transférée dans les tubercules peut atteindre jusqu'à 75 pour cent.

Diversité génétique

Le genre *Tropaeolum* se caractérise par une vaste répartition géographique et paraît être très variable. On estime qu'il en existe 50 espèces au Mexique, en Amérique centrale et en Amérique du Sud. Au Pérou, on peut rencontrer les espèces sauvages sur les collines côtières, en bordure de forêt ou de façon sympatrique à la capucine tubéreuse cultivée dans les Andes. On trouve les *Tropaeolum* ornementales dans les jardins de la côte des Andes. Les *tropaeolum* mauvaises herbes, que l'on appelle kita añu, sont sporadiques dans les champs de maïs ou de tubercules de la montagne.

On a décrit également *T. edule*, *T. polyphyllum* et *T. patagonicum* comme productrices de tubercules dans les Andes du Chili et d'Argentine, mais elles ne semblent pas avoir d'utilisation économique.

Comme pour l'oxalide, on ne connaît pas les groupes de croisabilité, c'est-à-dire qu'on ne con-

naît pas la situation du patrimoine de gènes de la capucine tubéreuse.

Les calculs de chromosomes ont déterminé que le nombre de base était x = 13. Les formes cultivées se révèlent tétraploïdes (2n = 4x = 52). On ne connaît pas la fréquence des diploïdes, des triploïdes et des tétraploïdes, ni le flux de gènes qui se produit peut-être.

La pollinisation croisée et la tendance à l'autofécondation, jointes à la sélection esthétique, ont dû influer sur l'apparition de différents morphotypes. On peut affirmer que la diversité de la capucine tubéreuse est moins grande que celle de l'oxalide et légèrement moins grande que celle de l'ulluque. Néanmoins, on a rencontré des variations dans la couleur des tubercules, les formes, les caractéristiques des yeux et la coloration de la pulpe. La couleur de la peau du tubercule peut varier du blanc ivoire au pourpre violet très foncé, en passant par le jaune, l'orangé et différents tons de pourpre. Il peut se présenter sur la peau des colorations roses ou pourpres en forme de bandes qui se répartissent au sommet et en dessous des yeux. La tubérisation des bourgeons est plus fréquente dans les clones de tubercules coniques raccourcis que dans ceux des tubercules coniques allongés et ellipsoïdaux. C'est dans la région comprise entre le centre du Pérou et le nord de la Bolivie que l'on rencontre la plus grande variété de couleurs et de formes de tubercules.

Collections de capucines tubéreuses en Amérique du Sud

Comme l'ulluque et l'oxalide, la capucine tubéreuse cultivée a fait l'objet de larges collectes au Pérou, en Equateur et en Bolivie au cours des 10 dernières années.

Les collections de terrain du Pérou, conservées et évaluées dans les banques de gènes à Ayacucho, Cajamarca, Huancayo, Cuzco et Puno, dépassent les 300 échantillons. Beaucoup d'entre eux sont conservés *in vitro* dans le laboratoire de biotechnologie de l'Université nationale Mayor San Marcos à Lima; la collection de terrain de capucines tubéreuses équatoriennes est conservée et évaluée dans la station expérimentale de Santa Catalina à Quito.

Pratiques culturales

Les pratiques culturales pour la capucine tubéreuse sont les mêmes que pour l'oxalide [voir p. 158].

Perspectives d'amélioration

A cause de sa saveur, la capucine tubéreuse pourrait avoir de meilleures possibilités d'utilisation dans l'alimentation animale. A cet égard, certains clones présentant une teneur en protéines allant jusqu'à 11 pour cent ont de bonnes perspectives.

Une enquête menée par le CIP dans le Département de Cuzco au Pérou (1989), au sujet des facteurs limitants de la production de capucine tubéreuse, a donné les réponses suivantes de la part des paysans: manque de terres appropriées (28 pour cent); faibles rendements de la culture (17 pour cent); manque de semences (17 pour cent).

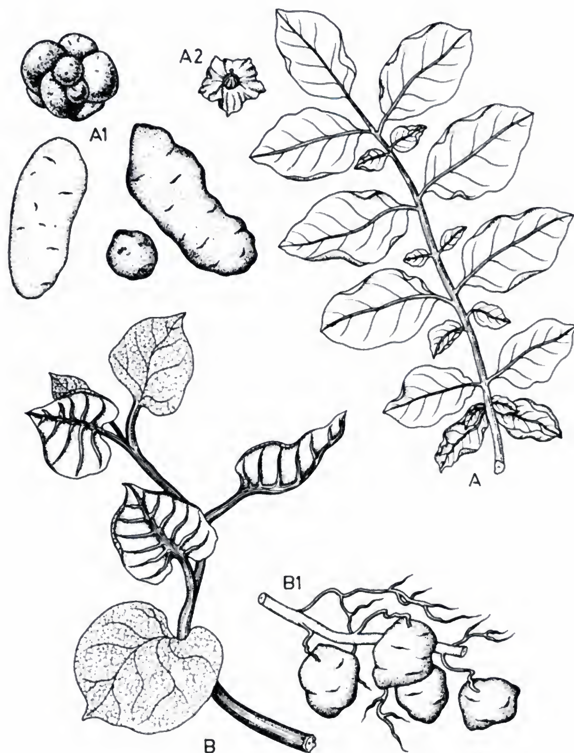
L'augmentation de la population, et donc la pression sur la terre, serait un facteur limitant non seulement dans le Département de Cuzco, mais aussi dans d'autres parties des Andes. Les faibles rendements de la culture ne seraient pas un facteur limitant sérieux, puisque la capucine tubéreuse répond à un bon traitement du sol. Le manque de semences est un problème qui pourrait être résolu.

Les principales orientations de la recherche sont les suivantes:

- fonction des substances indésirables;
- longue période de culture;
- conservation du tubercule;
- sélection de variétés pour les diverses conditions agroécologiques;
- modes de consommation parmi les populations rurales et urbaines.

FIGURE 16

Tubercules andins: A. papas amargas; A1. tubercule; A2. fleur; B. ulluque (*Ullucus tuberosus*); B1. tubercules



PAPAS AMARGAS
(*Solanum* × *juzepczukii*)
(*Solanum* × *curtilobum*)

Noms botaniques: *Solanum* × *juzepczukii*, *S.* × *curtilobum*
Famille: solanacées
Noms communs. Français: papas amargas; *aymara:* kuli; *quechua:* ruku; *espagnol:* choquepito, ococuri

Il semble que la domestication des papas amargas ait commencé il y a environ 8 000 ans et qu'on les emploie de façon extensive comme espèce domestiquée cultivée depuis au moins 3 000 ans.

Acosta, l'un des premiers chroniqueurs espagnols à décrire les ressources agricoles des Andes, mentionne que les papas amargas, exposées au froid de la nuit et séchées après avoir été écrasées, étaient transformées en ce que l'on appelait *chuño* (fécule) que l'on utilisait comme le pain en Europe. Un siècle plus tard, le prêtre Barnabé Cobo rapportait que, sur les hauts plateaux, il existait des pommes de terre sauvages et des papas amargas que les Aymaras dénommaient *aphus* et que l'on ne pouvait consommer que transformées en *chuño;* ce dernier constituait le principal aliment de la région des hauts plateaux située entre le Pérou et la Bolivie.

Ces cultures, malgré leur importance pour les zones agroécologiques de la puna, où la présence de gelées pendant la période de croissance est un facteur limitant pour la production d'aliments, n'ont pas été étudiées à l'époque de la colonie ni au début de la République.

Dans les années 20 de ce siècle, l'expédition russe organisée par Vavilov et composée de ses élèves Juzepczuki et Bukasov a établi une description détaillée de ces espèces, sur la base des collectes effectuées sur les hauts plateaux aux alentours du lac Titicaca.

On a réalisé diverses études sur les papas amargas au cours des 50 dernières années, notamment sur leur origine, leur description et l'évaluation de leur capacité nutritive.

La superficie actuellement cultivée est très variable d'une année à l'autre, selon que l'on dispose de la quantité voulue de semences. On peut estimer qu'elle totalise environ 15 000 ha au Pérou et 10 000 ha sur les hauts plateaux de Bolivie, en parcelles qui varient de 300 à 500 m^2 et en superficies plus étendues sur les terrains de rotation sectorielle. Il existe d'autres zones potentielles de culture, qui permettraient facilement de doubler la production actuelle.

Utilisations et valeur nutritive

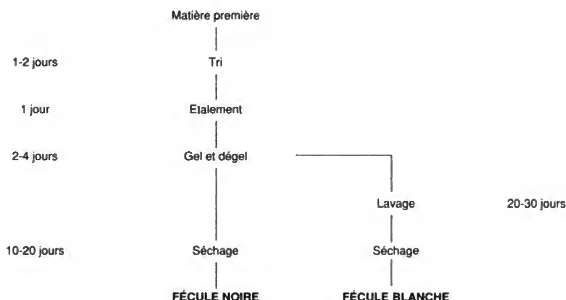
La consommation des papas amargas exige un traitement préalable pour éliminer les glycoalcaloïdes. Les procédés traditionnels, dans la zone des hautes terres andines, ont été décrits dans divers ouvrages. Ils consistent à exposer les tubercules aux gelées nocturnes pendant plusieurs jours et à les laisser sécher au soleil intense à des altitudes de 4 000 m, ce qui permet d'obtenir la fécule noire. Les papas amargas de plus grande taille sont destinées de préférence à l'élaboration de *chuño* blanc, également appelé *tunta* (aymara) ou *moraya* (quechua); la congélation est suivie de l'épluchage, de l'hydratation pendant une période pouvant aller jusqu'à 30 jours, puis du séchage du tubercule.

La fécule noire est utilisée jusqu'au bord de la forêt où elle se conserve très bien, en raison de ses caractéristiques de produit déshydraté. La fécule blanche se consomme de préférence les jours de fête; elle atteint un prix élevé sur le marché en ville, où elle sert d'ingrédient dans différents plats régionaux. La fécule blanche comme la fécule noire sont hautement énergétiques.

Le potentiel des papas amargas tient justement à leur capacité de supporter les basses températures et d'assurer un excédent, constituant ainsi une importante réserve alimentaire. On a calculé qu'entre les mois d'août et de mars, la fécule noire peut

FIGURE 17

Schéma du processus d'élaboration de la fécule



représenter 70 pour cent de l'alimentation des populations rurales des hauts plateaux du Pérou et de la Bolivie.

Description botanique

S. × *juzepczukii*, d'une taille de 30 à 50 cm, pousse habituellement en semi-rosette, avec des feuilles allongées et droites, et des pétioles courts; la corolle est petite et de couleur bleue.

S. × *curtilobum* se distingue par ses feuilles plus coriaces; la corolle est plus grande et de couleur pourpre avec des lobes très courts, à pointes aiguës. Les tubercules varient en taille et en forme; ils peuvent être arrondis (Piñaza), elliptiques, oblongs, ou oblongs-allongés (Luki); leur couleur est également variable; les clones de Ococuri ont des tubercules violets et blancs.

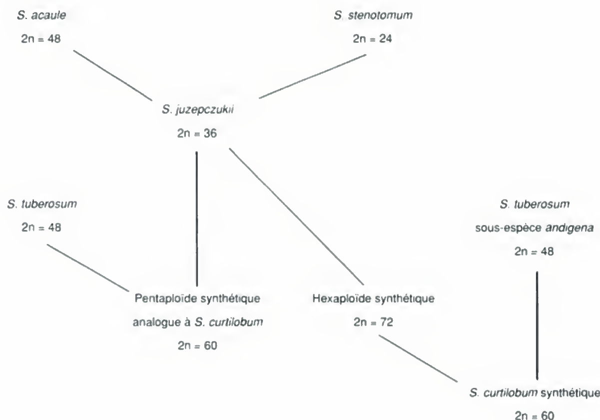
Le cycle végétatif varie entre cinq et huit mois. Le clone Piñaza est l'un des plus précoces, avec 150 jours; les clones Ruki sont les plus tartifs, avec une période végétative allant jusqu'à 195 jours.

Ecologie et phytogéographie

Les papas amargas se cultivent à des altitudes situées entre 3 000 et 4 300 m, dans les zones agroécologiques de la puna humide et du suni. Ces zones se caractérisent par des températures moyennes à l'époque de la croissance, situées entre 6 et 14°C, avec des précipitations qui varient selon la région et l'année entre 400 et 1 400 mm, sont réparties sur cinq à six mois et coïncident avec l'été de l'hémisphère sud (d'octobre à mai).

Il peut y avoir des gelées pendant la période de croissance, la température descendant jusqu'à –5°C certaines années; la plus forte incidence des basses températures s'observe en période de sécheresse; elles affectent alors fortement la production, les dommages variant selon les espèces. Dernièrement, dans une région du Pérou, avec des gelées et des températures de –5°C, la réduction de la récolte a été de 5 pour cent pour *S.* × *juzepczukii* de 30 pour cent pour *S.* × *curtilobum* et de 40 pour cent pour la pomme de terre commune.

FIGURE 18
Origine des papas amargas



La culture des papas amargas exige des sols qui présentent suffisamment de matières organiques (de 3 à 5 pour cent) et qui ont été soumis à une période de jachère ou à une rotation adéquate. Les plus grands rendements ont été obtenus dans des sols laissés en jachère pendant trois ou quatre ans, ou avec l'addition de deux à trois tonnes de fumier.

Les papas amargas prédominent dans les terrains où la principale production est l'élevage, avec la présence de pâturages naturels, et où il existe donc peu de pression sur la terre. On peut de ce fait avoir des terrains consacrés à un système de rotation de cultures avec la qañiwa (*Chenopodium pallidicaule*) ou des fourrages comme l'avoine ou l'orge, y compris une période prolongée (allant jusqu'à six ans) de jachère pendant laquelle la végétation naturelle revient couvrir le sol. Dans les zones très accidentées et où la zone puna est très proche de la zone suni ou de la quechua (vallée), la rotation comprend d'autres cultures adaptées à ces conditions, avec des tubercules comme l'oxalide tubéreuse (*Oxalis tuberosa*) et l'ulluque (*Ullucus tuberosus*), ou des mélanges de ces espèces.

Diversité génétique

Dans la région sud du Pérou et sur les hauts plateaux de Bolivie, on trouve un nombre élevé de variétés qui ont été sélectionnées par les paysans pendant des siècles et qui s'adaptent aux différentes conditions écologiques présentes dans la région la plus haute des Andes. Les papas amargas appartiennent à deux espèces: les triploïdes à

S. × *juzepczukii* et les pentaploïdes à *S.* × *curtilobum*. Cette ploïdie, qui est due à un degré élevé de stérilité, rend difficile l'utilisation des caractéristiques des papas amargas dans des programmes d'amélioration. L'origine des papas amargas serait due à différents croisements dérivés d'espèces sauvages comme *S. acaule*.

C'est dans l'expèce *S.* x *juzepczukii* qu'existe la plus grande diversité; on peut mentionner comme principales variétés cultivées Ruki, Luki, Piñaza, Parina, Locka, Parko, Keta et Kaisallu, avec des tubercules blancs ou bruns.

Dans l'espèce *S.* x *curtilobum*, on distingue les variétés du groupe Choquepito et celles appelées Ococuri, qui se caractérisent par une moins forte teneur en alcaloïdes que *S.* x *juzepczukii*.

Dans le sud du Pérou, à Cuzco et Puno, on conserve une importante collection de papas amargas, et dans la station expérimentale de Patacamaya on en conserve une collection provenant des hauts plateaux boliviens.

Pratiques culturales

La préparation du sol se fait généralement avec des outils locaux, comme la *chakitaklla* (charrue à pied), moyennant la participation de toute la famille paysanne, car il s'agit de parcelles situées dans des lieux isolés.

L'époque de plantation des papas amargas est subordonnée à la présence de pluie, car la culture se fait en sec; elle s'étend de septembre à novembre selon que les pluies commencent tôt ou tard, la tradition étant d'échelonner la plantation en deux ou trois fois afin de réduire le risque climatique. La culture exige un ou deux buttages, qui se font lorsque le plant atteint une hauteur de 20 à 30 cm. Le début de la tubérisation coïncide avec le début de la floraison, approximativement sept à neuf semaines après émergence de la plante, et se prolonge pendant environ quatre semaines durant lesquelles le manque d'humidité et la présence de fortes gelées sont très critiques. De ce point de vue, il existe une différenciation entre les écotypes précoces, intermédiaires et tardifs, qui peuvent mettre entre quatre et sept mois à mûrir. On dispose donc d'une vaste gamme pour les programmes d'amélioration.

La fertilisation se limite à l'utilisation de fumier de mouton; on a cependant observé des réactions positives à l'addition d'engrais chimiques en doses intermédiaires. La variété Piñaza répond mieux à la fertilisation que la variété Ruki, mais cette dernière a une teneur supérieure en matière sèche.

Les variétés de *S.* × *juzepczukii* s'adaptent mieux aux sols peu profonds que *S.* × *curtilobum*, qui a des racines plus profondes.

A la fin de leur croissance, les papas amargas sont sensibles aux nématodes (*Naccobus aberrans*) et au charançon des Andes (*Premnotrypes* spp.), ainsi qu'aux champignons à verrue (*Synchytrium endobioticum*).

Perspectives d'amélioration

On considère que la tolérance des papas amargas aux basses températures constitue leur principal avantage, et le champ est vaste pour réaliser des sélections à partir des populations actuelles. L'existence de diverses variétés permet également d'élargir la culture aux différentes conditions de sols présentes dans la zone la plus haute des Andes. L'utilisation des gènes des papas amargas a été destinée davantage à l'amélioration des variétés appelées douces qu'à celles des papas amargas.

La principale limitation est leur teneur en glycoalcaloïdes qui leur confère une saveur amère; ces aliments comprennent, en plus de la solanine et de la chaconine, la tomatine, la misine et la solamargine. Néanmoins, comme il existe une forte variabilité de cette caractéristique, on peut sélectionner les variétés à faible teneur de ce principe chimique. Le processus actuel d'élimination de la saveur amère, bien qu'il soit assez

bien adapté aux conditions locales et qu'il utilise efficacement les caractéristiques climatiques de la puna, avec de fortes gelées pendant la nuit et un rayonnement solaire intense pendant le jour, exige beaucoup de main-d'œuvre (les conditions de travail sont très dures): il faut entre 14 et 28 jours de travail pour élaborer la fécule et plus de 40 jours pour produire la fécule blanche.

ULLUQUE (*Ullucus tuberosus*)

Nom botanique: *Ullucus tuberosus* Loz.
Famille: basélacées
Noms communs. Français: ulluque, molloco; *quechua:* ulluku, ullus; *aymara:* ulluma, illako; *espagnol:* michurui, michuri, miguri, micuche, ruba, rubia, timbo, tiquiño (Venezuela), chigua, chugua, rubas, hubas, camarones de tierra (Colombie), melloco (Equateur), olluco, ulluco, lisa, papalisa (Pérou), lisa, papalisa (Bolivie), olloco, ulluca, ulluma (Argentine)

Ullucus tuberosus est une plante endémique dans les Andes. D'origine très ancienne, il est probable que sa culture s'est étendue depuis les Andes du Venezuela (10° de latitude nord) jusqu'au nord-ouest de l'Argentine et au nord-est du Chili (25° de latitude sud) à l'époque préhispanique. On ne connaît cependant pas la raison exacte de sa domestication. Les vases de cérémonie du style Robles Moqo de la culture wari (qui eut son centre à Ayacucho entre le 4e et le 7e siècle) sont décorés de représentations polychromes de plantes andines, dont l'ulluque. Celui-ci apparaît également sur les vases de cérémonie *qero* de l'époque post-inca. Le vestige le plus ancien est la présence d'amidon parmi les restes végétaux d'Ancón et de Chilca, sur la côte du Pérou, qui datent de 4 000 ans.

La vaste distribution de l'ulluque dans les Andes et son ancienneté se manifestent également par la profusion de dénominations régionales.

Utilisations et valeur nutritive

Des trois tubercules andins, l'ulluque est le plus populaire; il est toujours présent sur la table des habitants de la campagne comme de la ville en Equateur, au Pérou et en Bolivie. Parmi les préparations traditionnelles, on peut mentionner la soupe d'ulluque (Equateur); l'ulluque avec de la viande (Pérou); le ragoût de pommes de terre, viande, œufs, fromage et piment à l'ulluque (Bolivie et Pérou). Il se prête aussi aux plats de la cuisine contemporaine, par exemple aux salades. Certaines variétés contiennent une plus grande quantité de mucilage et exigent une ébullition préalable afin de l'éliminer. Les tubercules andins sont facilement périssables, ce qui explique que les anciens habitants des Andes aient cherché à conserver les excédents par la congélation et la déshydratation, que l'on utilise aussi pour l'ulluque; le produit se dénomme *lingli* au Pérou. La teneur moyenne en protéines est de 1,7 pour cent dans le tubercule comestible, tandis que la teneur en hydrates de carbone et l'apport énergétique sont légèrement inférieurs à la majorité des tubercules.

Description botanique

U. tuberosus est une plante érigée et compacte qui atteint 20 à 50 cm de haut; à la fin de la croissance, elle retombe. La forme des tubercules varie de la sphère au cylindre; ils sont de couleur blanche, jaune, vert clair, rose, orangée, jusqu'à violet. La plante forme très rarement des fruits; la graine a alors une forme de pyramide inversée, avec des angles très proéminents et une surface ondulée.

Ecologie et phytogéographie

L'origine et l'évolution de l'ulluque dans les climats froids des Andes suggère qu'il s'agit de

l'une des cultures les plus adaptées à l'agroécologie andine complexe des terrains situés entre 3 000 et 4 000 m. Bien que l'on ne connaisse pas exactement le rôle de l'hybridation, de l'introgression et de la mutation chez l'ulluque, celles-ci doivent avoir agi – en même temps que la pression de la sélection naturelle et humaine – pour rendre la distribution et l'adaptation de la plante propices aux divers types de climats et de sols des Andes.

Diversité génétique

L'ulluque sauvage paraîtrait présenter une distribution analogue à celle de l'ulluque cultivé, car on le trouve jusqu'à aujourd'hui depuis les Andes de la Libertad au Pérou (8° de latitude sud) jusqu'au nord-ouest de l'Argentine (25° de latitude sud). Cela paraîtrait indiquer un moins grand éventail géographique d'habitat que pour l'ulluque cultivé. Les expéditions de collecte ont néanmoins été orientées vers le matériel cultivé, dont les récoltes se font en saison sèche, lorsqu'il n'y a pas possibilité de recueillir du matériel sauvage. Il est probable que dans la zone de distribution géographique de l'ulluque sauvage – qui paraît être vaste – on rencontre des ulluques présentant des caractères intéressants qui pourraient orienter davantage la connaissance du processus de domestication.

Les ulluques cultivés sont diploïdes et triploïdes, avec un nombre de base de 12. La présence de polyploïdes chez l'ulluque sauvage a également été démontrée. Cependant, on n'a pas déterminé la fréquence des diploïdes, des triploïdes et probablement des tétraploïdes. Dans la nature, les triploïdes sont généralement formés par l'hybridation entre diploïdes et tétraploïdes, ou par la fusion d'un gamète normal et d'un autre non réduit entre des parents diploïdes. Les triploïdes sont généralement stériles, et la seule façon de les multiplier est végétative. Leur grande vigueur leur permet de prospérer et d'être très courants dans une vaste zone de distribution.

L'étude de la méiose chez l'ulluque diploïde cultivé montre un appariement méiotique régulier avec la formation de 12 bivalents. La méiose des triploïdes est ce que l'on pouvait attendre, c'est-à-dire défectueuse et avec présence d'univalents et de trivalents. Il faudrait étudier l'appariement méiotique d'hybrides artificiels diploïdes, pour autant que les combinaisons soient possibles.

Collections d'ulluques en Amérique du Sud

Les ulluques cultivés et les sauvages n'ont guère éveillé l'intérêt des explorateurs botanistes dans le passé. Bien que les collections de Bukasov et Juzepczuk en Amérique du Sud, entre 1925 et 1928, aient été suivies de diverses expéditions de cueillette de plantes cultivées et sauvages, on ne paraît pas avoir recueilli d'ulluques, même dans les pays sud-américains. On pourrait distinguer trois étapes dans la collecte d'ulluques et la formation de banques de gènes.

La première s'est produite dans les années 20, avec les travaux de Bukasov et de Juzepczuk; la deuxième comprend les travaux de León au travers de la création de la collection alors la plus importante de matériel génétique d'ulluque à l'IICA, avec du matériel provenant de Colombie, d'Equateur, du Pérou et de Bolivie. Par la suite, on a mis en place des collections d'ulluques sauvages dans le nord-ouest de l'Argentine et en Bolivie, sous la responsabilité de Brucher. La troisième étape commence dans les années 70, avec de petites collections locales dans les universités de Cuzco, Huancayo et Ayacucho, les mêmes qui, dans les années 80, grâce à l'aide résolue du CIRP, de la FAO, du CIID et de l'IICA/OEA, ont été poursuivies de façon plus intensive par des programmes nationaux comme ceux de l'IBTA en Bolivie, de l'INIAP en Equateur, de l'INIAA et des universités de Puno, Cuzco et

Ayacucho au Pérou. On y conserve des banques de gènes qui se reproduisent annuellement. Ces banques souffrent de lacunes qui constituent des limitations pour la connaissance et la promotion de cette culture. Ces lacunes sont notamment les suivantes:

- *Représentation géographique insuffisante.* Si les Andes de l'Equateur et du Pérou ont été explorées, on a effectué peu ou pas de collectes dans les Andes de Colombie, du Venezuela, de la zone orientale du Pérou, du sud de la Bolivie et du nord-ouest de l'Argentine.
- *Double emploi des échantillons.* Dans les cultures à multiplication clonale comme l'ulluque, il existe une forte probabilité de recueillir plusieurs fois le même clone dans différentes localités. De même, l'échange de plasma germinatif entre programmes nationaux, sans données d'identité, a fait qu'un même clone pouvait être enregistré sous différents numéros dans diverses banques.
- *Documentation incomplète.* il n'existe pas de descriptif standardisé et internationalement accepté pour la caractérisation de l'ulluque. On manque de spécimens d'herbiers; cette information serait très utile en cas de perte des collections vivantes.
- *Manque de collections de plantes sauvages.* On observe une absence quasi absolue de matériel sauvage. Celui-ci aiderait à comprendre les modes de variation des formes cultivées et pourrait fournir des caractéristiques utiles pour l'amélioration.

Pratiques culturales

Les pratiques culturales pour l'ulluque sont les mêmes que pour l'oxalide [voir p. 158].

Perspectives d'amélioration

Bien que l'ulluque soit une plante rustique, adaptée aux conditions difficiles qui prévalent dans les Andes, les maladies virales paraissent constituer l'un des problèmes les plus sérieux. L'infection des banques de gènes par des virus atteint 80 pour cent des échantillons. C'est un problème particulièrement grave, non seulement pour les banques de gènes, mais aussi pour la gestion de la culture.

Les virus peuvent se présenter sous forme de complexes viraux comportant jusqu'à quatre particules différentes dans une seule plante, avec perte de vigueur, déformation et apparition de taches sur les feuilles. De plus, ce sont des agents pathogènes beaucoup plus difficiles à éliminer que les bactéries et les champignons. L'éradication dans les variétés commerciales et le matériel génétique sélectionné est une nécessité urgente, encore qu'on ne connaisse pas le nombre de virus qui infectent l'ulluque. Des travaux préliminaires menés au CIP ont montré qu'il s'agit d'au moins quatre virus, mais leur nombre pourrait être supérieur.

Un autre facteur limitant est la durée prolongée de la culture. Alors que les variétés modernes commerciales de pommes de terre sont récoltées après quatre ou cinq mois dans les Andes, l'ulluque demande sept ou huit mois pour arriver à maturation. Cela veut dire que les plants sont exposés plus longtemps à la sécheresse, aux gelées, aux parasites, aux maladies et aux autres facteurs nocifs, fréquents dans les Andes. La productivité dans le temps et dans l'espace est donc faible. Cela paraît être l'une des causes de la marginalisation, et c'est pourquoi la culture de l'ulluque est progressivement remplacée par des variétés de pommes de terre précoces et à haut rendement.

Le principal avantage de l'ulluque réside dans le fait que son acceptation est fortement enracinée parmi les habitants des campagnes et des villes, où l'offre est pratiquement continue pendant toute l'année.

Bibliographie

Arbizu, C. & Robles, E. 1986. La colección de los cultivos de raíces y tubérculos andinos de la Universidad de Huamanga. In *Anales del V Congreso Internacional de Sistemas Agropecuarios Andinos*. Puno, Pérou.

Bateman, J. 1961. Una prueba exploratoria de la alimentación usando *Tropaeolum tuberosum*. *Turrialba*., 11(3): 98-100.

Bukasov, S.M. 1931. The cultivated plants of Mexico, Guatemala and Colombia. *Bull. Appl. Bot. Genet. Plant Breed.*, 47: 1-533.

Brücher, H. 1967. *Ullucus* aborigineus spec. nov. Die Wildform einer andinen Kulturpflanze. *Ber. Dtsch. Bot. Ges.*, 80: 376-381.

Cárdenas, M. & Hawkes, J.G. Número de cromosomas de algunas plantas cultivadas por los indios en los Andes. *Revista de Agricultura*, 5: 30-32.

Castillo, R.O. 1990. Andean crops in Ecuador: collecting, conservation and characterization. *FAO/IBPGR Plant Genet. Resour. Newsl.*, 77: 35-36.

Cortés, H. 1977. Avances en la investigación de la oca. In *Anales del I Congreso Internacional de Cultivos Andinos*. Ayacucho, Pérou.

Cortés, H. 1981. Alcances de la investigación en tres tubérculos andinos, oca, olluco y mashwa, isaño o añu. In *Curso sobre manejo de la producción agraria en Laderas, Huaraz*. Serie Estudios Técnicos, 235. Lima, Ministère de l'agriculture/IICA.

CIP. 1989. *Annual Report*. Lima, CIP.

Del Río, A. & Hermann, M. 1991. Polimorfismo isoenzimático en oca (*Oxalis tuberosa* Molina). In *Avances de los trabjos colaborativos del CIP en raíces y tuberosas andinas*. Presentado al VII Congreso Internacional de Cultivos Andinos. La Paz.

FAO. 1990. *Los cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación*. Santiago, FAO.

Gibbs, P.E., Marshall, D. & Brunton, D. 1978. Studies on the cytology of *Oxalis tuberosa* and *Tropaeolum tuberosum*. *Not. Roy. Gard.*, 37: 215-220.

Gouvernement bolivien. 1984. *Tabla de composición de alimentos*. La Paz, Lab. Bioquímica Nutricional, Ministère de la santé publique et de la sécurité sociale.

Gouvernement péruvien. 1984. *Anuario estadístico agrícola. 1980-84*. Lima, Oficina Sectorial de Estadística, Ministère de l'agriculture.

Hermann, M., Arbizu, C. & Castillo, R. 1991. Perspectivas de un banco de germoplasma internacional de tuberosas y raíces andinas en el Centro Internacional de la Papa (CIP). In *VII Congreso Internacional de Cultivos Andinos*. La Paz, ORSTOM/CIID/IBTA.

Johns, T. *et al.* 1982. Anti-reproductive and other medical effects of *Tropaeolum tuberosum*. *J. Ethnopharmacol.*, 5: 149-161.

Jones, A.C. & Kenton, R.H. 1985. A strain of arracacha virus B infecting oca (*Oxalis tuberosa*: Oxalidaceae) in the Peruvian Andes. *Phytopathol. Z.*, 100: 88-95.

King, S.R. 1988. Economic botany of the Andean tuber crop complex: *Lepidium meyenii*, *Oxalis tuberosa*, *Tropaeolum tuberosum* and *Ullucus tuberosus*. New York, Fac. of Biology, City University. (Thèse)

King, S.R. & Bastien, H.C. 1988. *Oxalis tuberosa* en México. In *Anales del VI Congreso Internacional de Cultivos Andinos*. Quito.

León, J. 1964. Plantas alimenticias andinas. *IICA Boletín Técnico*, 6. Lima.

Lescano, J.L. 1985. Investigaciones en tubérculos andinos en la Universidad Nacional del Altiplano, Puno. *In* M. Tapia, éd. *Avances en las investigaciones sobre tubérculos alimenticios de los Andes*. Lima, PISCA, INIPA/CIID/ACDI.

Martins-Farias, R. 1976. New archaeological techniques for the study of ancient root crops

in Peru. Royaume-Uni, Université de Birmingham. (Thèse)

McBride, J.F. 1949. *Flora of Peru*, Vol. XIII, Part III, No. 2. Field Museum of Natural History.

National Research Council. 1989. *Lost crops of the Incas: little known plants of the Andes with promise for worldwide cultivation.* Washington, DC, National Academy Press.

Rousi, A., Salo, J., Kalliola, R., Jokela, P., Pietila, L. & Yli-Rekola, M. 1986. Variation pattern in ullucu (*Ullucus tuberosus*, Basellaceae), a supposedly asexual Andean tuber crop. *Act. Hort.*, 182: 145-152.

Stone, O.M. 1982. The elimination of four viruses from *Ullucus tuberosus* by meristem-tip culture and chemotherapy. *Ann. Appl. Biol.*, 101: 79-83.

Tapia, M. 1991. Los sistemas de rotación de los cultivos andinos subexplotados en los Andes del Perú. In *VII Congreso Internacional de Cultivos Andinos.* La Paz, ORSTOM, CRDI, IBTA.

Racines andines

MACA
(*Lepidium meyenii*)

Nom botanique: *Lepidium meyenii* Walp.
Famille: brasicacées (crucifères)
Nom commun. *Français:* maca; *espagnol:* maca (Pérou)

Lepidium meyenii est une culture andine qui occupe une superficie très restreinte; on ne la rencontre que dans la montagne centrale du Pérou dans les départements de Junín et Pasco, dans la zone agroécologique de la puna au-dessus de 4 000 m, où les basses températures et les vents violents limitent les autres cultures.

La domestication de cette plante aurait commencé il y a au moins 2 000 ans autour de la zone de San Blas, département de Junín. A l'occasion de sa visite dans la zone de Junín, effectuée en 1549, un chroniqueur mentionne que l'*encomendero* Juan Tello de Soto Mayor reçut comme tribut des fruits de maca qu'il utilisa pour améliorer la fécondité du bétail de Castille. De même, au cours de la visite de la zone de Huánuco en 1572, on rapporte que les Chinchaycocha utilisaient la maca comme moyen de troc depuis l'époque inca, car aucune autre culture n'était possible sur leurs terres.

La maca se cultive dans de petites parcelles de quelques sillons jusqu'à des parcelles de 500 m^2, sur les terrains de paysans appartenant à des communautés situées aux alentours du lac Junín (Yanacancha, Ingahuasi, Cerro de Pasco, Ninacaca, Vicco). Il s'agit d'une plante herbacée bisannuelle, dont la partie souterraine (hypocotyle) est comestible et très appréciée pour sa valeur nutritive, surtout en protéines et sels minéraux. Dans le milieu rural, on est fermement convaincu que, grâce à la consommation de maca, les couples qui se croyaient stériles parviennent à avoir des enfants.

L'auteur de ce chapitre est J. Rea (La Paz, Bolivie).

Utilisations et valeur nutritive

Une fois récoltés les hypocotyles frais, le paysan les fait parfois rôtir dans les champs mêmes, soit au milieu de mottes de tourbe incandescentes, soit en contact avec des pierres chauffées préalablement sur un feu de bois et couvertes de terre, dans un trou creusé dans le sol (on appelle cela des *pachamancas*). Cela dit, on laisse sécher au soleil la majeure partie de la récolte, qui peut alors se conserver plusieurs années.

Pour les consommer, on hydrate les hypocotyles secs pendant une nuit et on les fait blanchir dans l'eau jusqu'à ce qu'ils soient tendres. On peut les «liquéfier» pour préparer des jus, des cocktails, des bouillies et des confitures. Actuellement, on transforme la matière sèche pour élaborer des produits sous forme de pastilles, qui sont demandées pour leur valeur nutritive et parce que l'on suppose qu'elles stimulent l'appétit sexuel et augmentent la fécondité.

La valeur élevée en calcium et en fer (258 mg et 15,4 mg pour 100 g, respectivement) sont les principaux avantages de cette culture andine. La maca présente une teneur de 14 pour cent de protéines et de 78 pour cent d'hydrates de carbone; elle est en outre riche en amidon, glucosides, alcaloïdes et tanins. La teneur en protéines peut varier entre 10 et 14 pour cent selon les conditions de fertilité des sols et la variété.

Des rats alimentés avec de la maca ont produit 25 pour cent de plus de petits que les rats témoins, probablement grâce à une stimulation du développement des follicules de Graaf.

Description botanique

L. meyenii est une plante herbacée, pérenne, de 12 à 20 cm, aux racines succulentes. Les tiges sont courtes et rampantes. Les feuilles en forme de rosette, pennipartites, se renouvellent continuellement à partir du centre de la rosette. Les grappes sont pauciflores. Les fruits en silicules, de 4 à 5 mm, déhiscents, comportent deux valves carénées contenant une graine chacune. Les graines sont ovoïdes, de 2 à 2,5 mm, brun rouge.

Les hypocotyles, qui sont la partie comestible de la plante, varient entre 2 et 5 cm et peuvent être de couleur blanche ou jaune, blanc rougeâtre, blanc jaunâtre, blanc brunâtre, gris clair, brun gris ou jaune grisâtre.

Ecologie et phytogéographie

La culture de la maca est limitée à la zone agroécologique de la puna de la région centrale des Andes péruviennes, à des altitudes situées entre 4 000 et 4 400 m. La puna se caractérise par la présence de périodes où les températures sont inférieures à 0 °C, dénommées gelées, même en pleine saison de croissance des cultures; mais la maca, comme la papa amarga, supporte assez bien ces températures. Quand on a semé la maca sous d'autres latitudes, par exemple à Berlin en Allemagne (52° de latitude nord) en 1990, elle n'est pas arrivée à former des hypocotyles. Ce résultat paraît confirmer l'idée que la maca est une plante de jours courts.

Diversité génétique

L'espèce *L. meyenii* a été décrite par Gerhard Walpers en 1843. On a suggéré que la maca cultivée ne serait pas *L. meyenii*, mais une nouvelle espèce, *L. peruvianum* Chacón, sur la base de différents échantillons prélevés à partir de 1960 dans le district de San Juan de la Jarpa, dans la province de Huancayo. Cette affirmation se fonde sur des études comparatives des caractéristiques botaniques et en particulier sur les observations histochimiques de l'hypocotyle, élément principal qui permet de caractériser cette nouvelle espèce.

Dans la zone de culture, on distingue au moins huit types de maca selon la coloration de la plante et de l'hypocotyle. Bien qu'il n'existe pas de banque de gènes de cette espèce, l'université agricole La Molina et l'université de Pasco ont procédé à des collectes de matériel génétique.

Pratiques culturales

La maca se sème au début de la saison des pluies (de septembre à novembre), en monoculture ou associée à des bandes de papa amarga. Selon les paysans de la région, cette association protège les papas contre les attaques d'insectes, car la maca contient des substances volatiles répulsives.

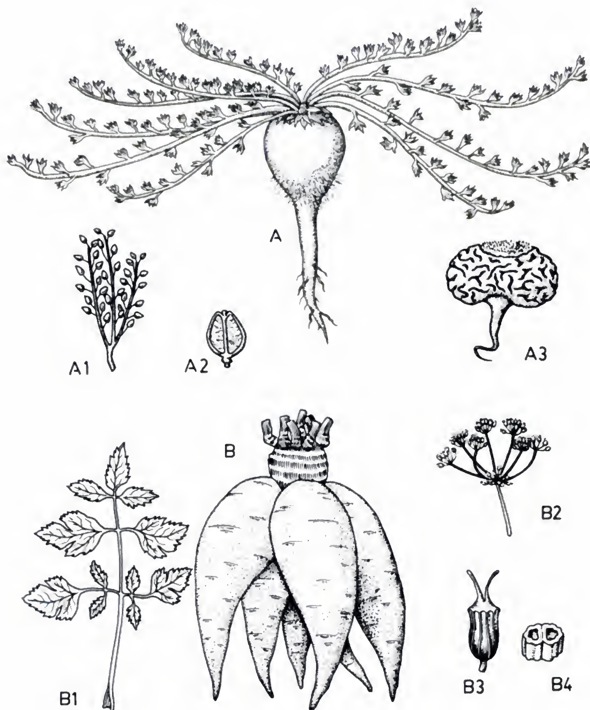
On peut semer dans des terrains reposés, couverts de pâturages et récemment défrichés (*purun*), ou dans des terrains en rotation annuelle avec une autre culture (*kallpar*) comme la papa amarga. En général, la préparation du sol est insuffisante, et le semis se fait à la volée sans aucune fertilisation ou, dans le meilleur des cas, avec application uniquement de fumier; on couvre avec des branches ou on fait fouler le sol par les moutons.

On n'a pas l'habitude d'effectuer des travaux culturaux; on se borne à faire attention à ce que les plantules ne soient pas écrasées par les animaux. Les paysans croient que la maca épuise les sols; cela se produit probablement lorsque les éléments nutritifs extraits ne sont pas restitués en quantité suffisante.

La récolte commence en mai ou juin. Les hypocotyles frais sont exposés au rayonnement solaire pendant quatre à six jours jusqu'à ce qu'ils

FIGURE 19

Racines andines: A. maca (*Lepidium meyenii*); A1. inflorescence en grappe; A2. fruit en silicule; A3. racine sèche; B. arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*); B1. feuilles; B2. inflorescence en ombelle; B3. fruit; B4. section du fruit



soient secs. Ensuite, on les garde dans un lieu frais et sombre jusqu'à consommation.

Le rendement est très variable: dans les champs qui font l'objet de peu de soins, on extrait environ 2 à 3 tonnes par hectare; avec des pratiques culturales appropriées en rangées, la fertilisation et des méthodes de prévention contre les parasites, on peut atteindre 15 à 16 tonnes par hectare.

Les plantes qui produisent l'hypocotyle la première année ne produisent pas de graines; pour en obtenir, on applique les méthodes suivantes: après avoir sélectionné les hypocotyles de grande taille, de bonne constitution et de bonne maturité, on en met 30 à 50 dans un puits de 50 à 60 cm de profondeur et de même rayon, que l'on rebouche avec de la terre humide. La croissance des plantules prend de 25 à 30 jours. Pour la transplantation, on prépare une planche de pépinière avec de la terre meuble et additionnée de fumier de basse-cour. Il faut veiller à ce qu'il y ait une humidité suffisante pour un bon développement des plantes, qui produiront des graines six à sept mois après transplantation.

Perspectives d'amélioration

Cette culture offre d'excellentes possibilités d'amélioration, surtout du fait qu'il existe un marché potentiel pour les hypocotyles comme produit stimulant équivalent au ginseng.

Avec des techniques simples de sélection massale, on peut arriver à obtenir des variétés à plus haut rendement et plus uniformes, ce qui en faciliterait la transformation. Il faut conserver les écotypes locaux actuels, afin de ne pas perdre la diversité génétique existante.

Les pratiques culturales peuvent également être améliorées. On peut suggérer un système de culture associé avec la papa amarga, qui est une autre espèce adaptée aux conditions écologiques de la puna.

La principale limitation, qui est en voie d'être surmontée, a été le peu d'attention que les producteurs, essentiellement des éleveurs de la zone de puna, ont accordé à cette espèce. Pour en encourager la culture, on organise depuis quelques années la fête annuelle de la maca, après avoir créé l'association de producteurs de maca dans le département de Pasco.

ARRACACHA (*Arracacia xanthorrhiza*)

Nom botanique: *Arracacia xanthorrhiza* Bancroft

Famille: apiacées (ombellifères)

Noms communs. Français: arracacha, panème, pomme de terre-céleri, panais; *aymara:* lakachu, lekachu; *quechua:* oqqe, huiasampilla, laqachu, raqacha, virraca, rikacha; *espagnol:* arracacha, racacha, zanahoria blanca, apio criollo, sonarca; *portugais:* batata baroa, mandioquinha, batata salsa, batata cenoura; *anglais:* white carrot, Peruvian parsnip, arracacha

Arracacia xanthorrhiza est l'une des plantes andines cultivées les plus anciennes, dont la domestication a précédé celle de la pomme de terre. Il n'existe pas de vestiges qui permettent d'identifier sa zone d'origine, mais ce pourrait être la partie septentrionale de l'Amérique du Sud, si l'on en juge d'après la présence d'espèces sauvages affines. En dehors des Andes, on la cultive aux Antilles, en Amérique centrale, en Afrique, à Sri Lanka et sur de grandes superficies commerciales dans le sud du Brésil, où elle est industrialisée.

Les causes fondamentales de sa marginalisation sont à rechercher dans le contexte socio-économique de ses cultivateurs. Les causes secondaires actuelles sont dues à certains facteurs limitants d'ordre agronomique. On peut citer les exigences concernant la photopériode, la sensibilité aux températures extrêmes, la durée du cycle

de croissance, la sensibilité aux maladies et aux ravageurs et la difficulté de conservation des racines. Il s'agit de facteurs qui peuvent être modifiés par des travaux d'amélioration agronomique.

Utilisations et valeur nutritive

Dans la région andine, on observe que, durant les années de sécheresse ou de gelée dans les zones de haute altitude, la pomme de terre se raréfie sur les marchés des villes.

Elle est remplacée par l'arracacha, le manioc, la patate douce, le chou caraïbe (*Xanthosoma sagittifolium*), le taro (*Colocasia esculenta*), la poire de terre Cochet et le dolique tubéreux (*Pachyrrhizus* spp.).

Les racines se récoltent à partir du quatrième mois, selon le cultivar et la région. On les consomme bouillies ou comme ingrédient dans les soupes et les ragoûts, ainsi qu'en purée, rôties et frites en rondelles. Les feuilles se préparent de la même manière que le céleri, en salade crue ou cuite; c'est de là que provient au Venezuela le nom de «céleri créole». Après deux à trois mois de stockage, la teneur en sucre des racines augmente suite à la transformation partielle des amidons.

La souche ou la couronne des racines – avec près de 9 pour cent de protéines – est utilisée dans l'alimentation du bétail laitier. La tige et les feuilles de la plante servent également de fourrage dans l'alimentation animale. A partir des feuilles séchées, on peut élaborer des farines, toujours pour l'alimentation animale.

La saveur agréable et la digestibilité facile de l'arracacha, qui sont universellement reconnues, s'expliquent par le complexe d'amidons, d'huiles et de sels minéraux.

La teneur en amidon varie entre 10 et 25 pour cent. Les grains sont fins, semblables à ceux du manioc. C'est une bonne source de sels minéraux et de vitamines.

Description botanique

La plante de *A. xanthorrhiza* consiste en un tronc cylindrique et court qui atteint 10 cm de haut et 10 cm de diamètre et porte à la partie supérieure de nombreux bourgeons. Chacun d'entre eux donne des feuilles à pétioles longs, divisés en trois à sept folioles très courts. Le feuillage est de couleur verte ou bronze selon la variété. De la tige sortent deux catégories de racines: fines et longues, ou tubéreuses et fusiformes. Ce sont ces dernières qui constituent la partie utilisable. Elles mesurent de 5 à 25 cm de long, et ont jusqu'à 8 cm de diamètre. La racine se récolte avant la fin du cycle végétatif; si on la laisse, il pousse à sa base des rejets florifères. Les inflorescences sont des ombelles composées, qui portent de nombreuses petites fleurs de couleur pourpre intense, avec un calice et une corolle en cinq parties minuscules. Le fruit est bicarpellaire avec un ovaire infère.

Ecologiques et phytogéographie

L'humidité minimale est de 600 mm; l'humidité optimale se situe entre 1 000 et 1 200 mm. L'altitude varie entre 1 500 et 3 000 m, selon la latitude. La température optimale est de 14 à 21°C. Les températures plus basses retardent la maturation des racines et affectent la croissance du feuillage. Les températures plus élevées, comme à Maracay au Venezuela, Santa Maria en Colombie et probablement en Amazonie, semblent réduire la taille des racines. *A. xanthorrhiza* croît en sols profonds, dotés de suffisamment de matières organiques, fertiles, bien drainés, sableux, avec un pH de 5 à 6; elle vient très bien dans des sols volcaniques fertiles. Pour un bon enracinement, il faut des jours courts.

Les caractéristiques phytogéographiques des régions principales de culture sont les suivantes:

Dans l'est du Venezuela, les arracachas de meilleure qualité, comme l'Amarilla, se cultivent entre 1 200 et 1 400 m. A Barimitas, à Saint-

Domingue, entre 1 500 et 1 800 m. A Mérida, au Venezuela, les petites cultures se trouvent dans les fonds des vallées et sur les pentes exposées à l'est. En saison sèche, on arrose une semaine sur deux. A Táchira, au Venezuela, on alterne cette culture avec celle des plantains et des bananes, et on l'associe avec le maïs en l'intercalant avec le maïs et les haricots.

En Colombie, *A. xanthorrhiza* occupe une place importante dans la structure de production de certains départements comme Ibaqué, au-dessus de 1 800 m; à Antioquía, Río Negro et Nariño, entre 1 200 et 2 800 m; dans le bassin de l'Otengá, à Boyacá, jusqu'à 3 200 m. Sur la côte, elle pousse à Santa Marta, à 40 m. En conditions d'humidité abondante ou avec de l'irrigation, on la plante toute l'année et on la récolte au bout de 8 à 12 mois.

En Equateur, les cultures se rencontrent entre 1 500 et 3 000 m, le long du couloir interandin; elles sont moins fréquentes sur les flancs occidental et oriental de la cordillère. Aux altitudes supérieures, on ne cultive l'arracacha que sporadiquement; les cycles productifs dépassent une année, et le développement de la couronne est plus important que celui des racines. La plus grande concentration de cultivars se trouve à Azuay et Loja.

Au Pérou, on la cultive dans presque tout le pays, de 1 200 à 3 200 m, là où il y a de l'humidité. Les deux centres de plus grande diversité sont la montagne du nord (Cajamarca) et celle du sud-est (Cuzco).

En Bolivie, la plus grande concentration de cultures se rencontre dans les vallées chaudes de La Paz et dans celles de Cochabamba, entre 1 000 et 1 800 m. Dans les vallées de La Paz, la culture est très sporadique; on la pratique à 3 500 m, avec arrosage les années sèches.

Au Brésil, cette culture s'est diffusée depuis São Paulo jusqu'à Santa Catarina, de 700 à 2 000 m, en culture intensive.

Diversité génétique

Parmi plus de 60 échantillons recueillis dans les pays andins, on trouve de nombreux cultivars, différenciés par la couleur du feuillage et surtout par la couleur externe de la racine: blanc ou jaune, toutes deux avec des pigmentations violettes.

Collections de matériel génétique en Amérique du Sud

L'IICA a créé entre 1965 et 1967 une banque de gènes comportant 50 échantillons provenant de Colombie, de Bolivie, d'Equateur et du Pérou. La collection a été conservée à San Mateo, à Lima, à 3 050 m; à la fin du programme de cultures andines, ce matériel a été transféré en 1967 et 1968 à diverses institutions des pays andins et au Brésil.

Il existe un nombre élevé de variétés en Colombie: Paliverde est la plus courante (90 pour cent); on trouve en moins grande quantité Paliamarilla et rarement Palirrusia ou Palirroja. Paliverde peut atteindre des rendements de 10 à 15 tonnes par hectare de racines et de 4 à sept tonnes par hectare de souches.

On a rencontré dans l'arracacha une vaste diversité, en particulier en ce qui concerne les caractéristiques du feuillage et des racines. Les types les plus remarquables sont ceux à feuillage bronzé originaires de Colombie. On n'y a pas observé de corrélation entre la présence d'anthocyanes dans les feuilles et dans les racines, car ces dernières possédaient un épiderme blanc et un phloème et un xylème également blancs. Les types à racines jaunes, aussi bien en surface qu'en profondeur, ont un feuillage bronze pâle, avec les anthocyanes limitées à la partie inférieure des feuilles. Il n'existe par conséquent pas de corrélation nette entre la couleur du feuillage et la coloration de la racine.

Les espèces les plus proches de l'espèce cultivée sont: *A. sequatorialis*, *A. andina*, *A. elata* et *A. moschata*. On a de plus observé d'autres espèces comme *A. pennelli* Constance à Bogotá,

A. tolucensis H.B.K. var. *multiflora* en Colombie et au Mexique; *A. wigginessi* Constance au sud de Cuenca, en Equateur; *A. incisa* Wolf à La Oroya et *A. peruviana* Wolf à Ayacucho, au Pérou.

Pratiques culturales

La description de la technique traditionnelle de culture se fonde sur les missions effectuées auprès des paysans de Colombie et du Pérou.

L'arracacha se reproduit par *colinos* (en Colombie), rejetons ou *pashincas* (au Pérou), qui sont des ramifications courtes ou des bourgeons qui partent d'une souche appelée mère en Colombie et bouquet au Pérou. En Colombie, il faut environ 400 kg par hectare de *colinos*, que l'on plante au niveau du sol et que l'on butte ensuite. Une fois l'enracinement fait, on peut effectuer trois ou quatre buttages en même temps que l'on désherbe, bien que certains agriculteurs indiquent que si les buttages sont répétés la plante ne produit que du feuillage. La période végétative est variable; dans les zones les plus hautes et les plus froides, elle peut être de huit mois, tandis que dans la savane elle dure un an. Cette espèce préfère les zones nuageuses à humidité constante.

Dans certaines zones, on inclut l'arracacha dans la séquence de rotation; généralement, elle suit la pomme de terre et les légumes, ou elle est associée au maïs (cinq sillons de maïs et un d'arracacha) et aussi au café (à Manizales, en Colombie). L'époque des semis coïncide avec le début de la maturation du maïs; on laisse ensuite la plante en terre jusqu'à deux ans.

Perspectives d'amélioration

Parmi les limitations agronomiques de *A. xanthorrhiza*, on peut citer: la durée du cycle productif, par rapport à celui de la pomme de terre et des autres tubercules; la lignification des racines à maturité; la détérioration de la qualité des racines emmagasinées; les maladies et les ravageurs, comme un acarien non identifié qui attaque les racines; le pourrissement dû à *Pseudomonas* sp., qui commence au bout de cinq à six mois dans la racine et le feuillage; *Alternaria* sp., *Erwinia* spp. et *rhyzoctonia crocorum*; les lésions causées par des nématodes comme *Pratylenchus penetrans*, qui entraînent une nécrose des racines.

Les améliorations possibles doivent être générées dans le contexte même du système de production de l'agriculture paysanne. L'analyse des pratiques culturales, depuis le semis jusqu'à la récolte, doit servir de base pour les recherches futures adaptées aux réalités locales.

Dans chaque pays et dans les régions de plus grande concentration de cultures et de plasma germinatif, il serait intéressant sur les plans socio-économique, culturel et éducatif, d'organiser des centres d'action communale où fonctionneraient des projets spécifiques à l'intérieur d'une conception intégrée dont la faisabilité économique serait testée avec les agriculteurs eux-mêmes et les populations voisines. Par exemple, le fonctionnement d'une unité de transformation serait lié à la production, à la commercialisation après récolte et à la transformation industrielle. Simultanément, des cantines scolaires et communales seraient organisées sur la base d'un critère éducatif et nutritionnel. Les excédents qui seraient produits par le projet refléteront ces bons résultats et en faciliteront l'extension à d'autres régions. Il faut programmer des recherches réparties sur une large échelle dans les fermes mêmes avec les agriculteurs. Les projets couvriraient un grand territoire présentant des écologies multiples et bénéficieraient de la contribution de nombreuses personnes. On revaloriserait les aspects positifs des pratiques agricoles existantes et on résoudrait les problèmes ponctuels.

Cette méthodologie, véritablement révolutionnaire, est actuellement expérimentée dans certains pays andins, avec une administration responsable et à la charge des communautés paysan-

nes. Son fonctionnement permet l'émergence des véritables promoteurs que sont les paysans experts qui diffusent les succès obtenus.

Cette proposition rompt avec les schémas fondés sur les normes et les valeurs techniques traditionnelles et préconise un changement de logique et de rationalité des approches. La théorie y apparaît associée à la pratique, comme c'était le cas chez les Aymaras et autres peuples andins, qui associaient constamment la pratique et l'expérimentation, chaque année pour chaque culture, dans une ferme et dans de nombreuses fermes, pour assurer la survie de la population.

Zones potentielles pour l'introduction et la culture

Le résultat des recherches permettra d'élargir les frontières actuelles limitées de la culture de l'arracacha. Par exemple, à Cajamarca au Pérou et à Anaime en Colombie, qui sont des régions à écologie andine, il serait possible d'intensifier la culture en vue de l'industrialisation, comme cela se fait dans le sud du Brésil.

Orientations de la recherche

Le Programme de cultures andines de l'INIAP (en Equateur) a élaboré les stratégies d'action suivantes:

- compléter la collecte, l'évaluation et la conservation du matériel génétique;
- identifier les problèmes phytosanitaires de cette culture et les techniques traditionnelles des producteurs;
- évaluer les variations de la teneur des cultivars en protéines;
- identifier les préférences des consommateurs et suggérer de nouveaux modes de consommation;
- organiser de petites entreprises communautaires de production, de transformation et de commercialisation;
- mener des travaux d'évaluation et de détermination des caractéristiques botaniques, agronomiques, phytosanitaires et bromatologiques (y compris des aminogrammes) du plasma germinatif et des cultures;
- étudier la physiologie de la plante, y compris la conservation des racines, *colinos*, souches et graines sexuées;
- promouvoir la production de semences sexuées;
- étudier les photopériodes et les thermopériodes, la résistance au froid et à la sécheresse, l'effet des températures sur la croissance et le rendement des racines.

MAUKA, CHAGO (*Mirabilis expansa*)

Nom botanique: *Mirabilis expansa* Ruíz & Pavón

Famille: nictaginacées

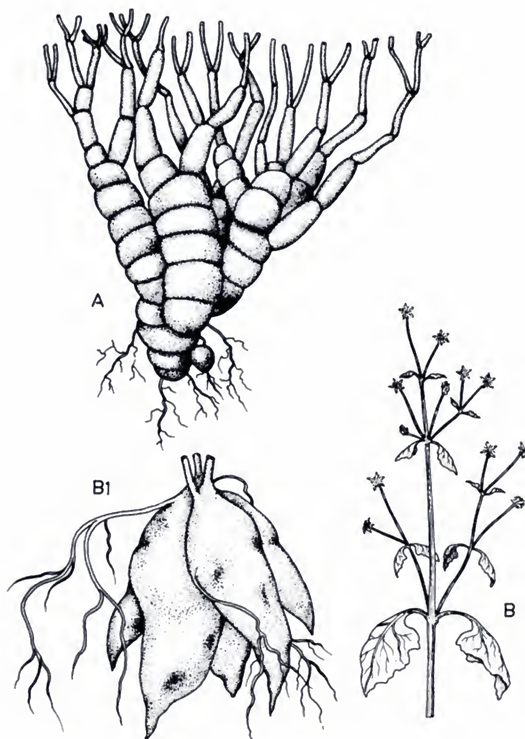
Noms communs. Français: mauka, chago, merveille du Pérou; *espagnol:* mauka (Bolivie), chago, arricón, yuca, inca, cushipe, chaco (Pérou), miso, taso, pega pega (Equateur)

La culture de *Mirabilis expansa* a été décrite pour la première fois il y a 25 ans à La Paz en Bolivie. Une quinzaine d'années après, on l'a trouvée au nord de Quito en Equateur, et plus tard à Cajamarca au Pérou, qui paraît être la principale zone de production. C'est un cas intéressant d'une culture pratiquement inconnue et qui est pourtant largement distribuée géographiquement. L'espèce est connue du Venezuela au Chili.

La culture se fait dans de petits jardins et de façon marginale; c'est une plante très appréciée des communautés des vallées tempérées (autour de 2 800 m) pour l'alimentation humaine et animale. On la cultive seule ou associée avec le maïs, les courges ou d'autres plantes; elle reste en place plusieurs années et permet la transplantation des parties végétatives.

FIGURE 20

Racines andines: A. mauka (*Mirabilis expansa*); B. yacón (*Polymnia sonchifolia*); B1. racines



Utilisations et valeur nutritive

Pour la consommation humaine, on utilise les racines et les feuilles. On les prépare de la même manière que la patate douce ou le manioc: on fait blanchir la racine après l'avoir récoltée et pelée; elle peut être utilisée dans les soupes et les ragoûts; les feuilles se préparent en salade et dans les sauces piquantes. En Equateur, la mauka se consomme salée ou sucrée; pour cette dernière préparation, on l'enterre pendant environ une semaine dans des trous creusés dans le sol, où l'on alterne couches de paille d'orge et mauka, afin de concentrer les sucres. Dans les deux cas, la mauka peut s'accompagner de miel.

En Bolivie, on laisse mûrir les tiges et les racines épaisses, de couleur jaune, pour éliminer certains principes astringents qui pourraient avoir un effet désagréable sur la langue et les lèvres; ensuite, on les coupe et on les cuisine en leur ajoutant de préférence du miel de maïs, de la cassonade ou du sucre pour les rendre plus agréables. L'eau de cuisson est servie comme rafraîchissement.

Dans l'alimentation animale, on utilise toute la plante; porcins, ovins et bovins en sont très friands. Pour l'alimentation des porcins, on mélange les parties souterraines crues avec le feuillage, de la végétation sauvage ou du maïs. Le degré de conversion de ce feuillage est supérieur à celui des autres sous-produits agricoles.

Les analyses bromatologiques de maukas boliviennes ont fait apparaître un taux de 7 pour cent de protéines en plus de 2 760 mg de calcium et 590 mg de phosphore (dans la matière sèche) dans les parties souterraines, ainsi que 17 pour cent de protéines dans le feuillage.

L'analyse de trois cultivars de chago (mauka) de Cajamarca au Pérou donne entre 4 et 5 pour cent de protéines. La teneur en calcium est très variable, avec un minimum de 157 mg et un maximum de 461 mg. La teneur en phosphore est de 117 mg pour 100 g. La plante est pauvre en sodium et en fer. La teneur en proteines, calcium et phosphore du chago est supérieure à celle des autres racines et tubercules cultivés dans la même zone agroécologique. Cela représente un avantage important si l'on considère que le régime alimentaire alto-andin est souvent déficient en calcium et en phosphore. Du fait de sa faible teneur en sodium, le chago pourrait être prometteur pour les régimes hyposodiques.

Description botanique

Plante basse et compacte, *M. expansa* peut atteindre 1 m de hauteur. L'épaississement de la partie comestible du collet correspondrait à une plante pérenne. La partie aérienne est formée de la ramification de pousses basales d'où naissent des groupes denses de feuilles. Les tiges cylindriques sont divisées par des nœuds, d'où partent des paires de feuilles opposées. Les feuilles sont ovales ou cordées, de 3 à 8 cm de long et 2 cm de large, un peu coriaces; les nervures et les bordures ont des surfaces roses. Les inflorescences en bouquets terminaux longs et fins, de 3 à 6 cm de long, sont couvertes de poils où l'on trouve souvent de petits insectes collés.

Les parties utilisables sont les tiges et la racine tubéreuse. Les premières sont de couleur saumon tant qu'elles restent sous terre. En général, elles sont aplaties, charnues, d'une longueur allant jusqu'à 50 cm et d'une largeur de 5 cm. Le processus d'épaississement des tiges et d'accumulation de substances nutritives est typique des nictaginacées: il est dû au fait que l'activité du cambium génère des tissus périphériques irréguliers vers la partie extérieure de la tige. Vers le centre apparaissent plusieurs rangées elliptiques de vaisseaux isolés de xilème. Le tissu fondamental est un parenchyme comprenant de l'eau en abondance, de nombreux grains d'amidon et peu de fibres de couleur crème.

Ecologie et phytogéographie

L'unique information disponible sur les exigences environnementales porte sur Cajamarca au Pérou, où la zone agroécologique la plus évidente pour la culture serait la quechua semi-humide (de 2 300 à 3 500 m), avec une température moyenne annuelle de 13 °C, des maxima de 25 °C et des minima de 5 °C, des sols profonds avec abondance de matière organique et une précipitation annuelle de 680 mm.

Les explorations et collectes effectuées jusqu'à maintenant pour situer les formes cultivées et leurs cousines sauvages en reflètent la distribution géographique. On peut citer notamment les zones ci-après:

En Bolivie, les vallées mésothermiques de La Paz jusqu'à leur confluence avec les vallées chaudes: province de Camacho, cantons d'Italaque et de Mocomoco, communautés Yokarguaya vers Muñecas, Saavedra et Larecaja; vallées chaudes du nord et du sud; Inquisivi vers Cochabamba. A La Paz, Achumani, à 3 500 m pour *M. postrata* (Herbier national Cota Cota, La Paz).

En Equateur, à Cayambe et Mojanda, à Pichincha, avec deux morphotypes. A Ibambura, San Pablo. A Cuvinche-La Esperanza, une espèce native à racine jaune et fleurs blanches cuit vite; une autre espèce introduite, à racine blanche et fleurs magenta, se ramasse de juin à novembre. A Cañar, Ingapirca, à 3 100 m, on trouve *M. postrata* et Moradilla ou Pega Pega, avec des fleurs blanches et violettes.

En Colombie, à Beteitivá, bassin de l'Otenga vers l'étendue désertique de Las Puentes; à Boyacá, il existe des formes sauvages à 3 100 m.

Au Pérou, Cajamarca est le centre où la diversité décrite jusqu'à présent est la plus grande, avec cinq provinces et 15 districts échantillonnés, les plus remarquables étant les provinces de Celendín, Chota et Cajamarca; on signale trois provinces et 28 districts supplémentaires. Ce végétal existe également dans d'autres départements: La Libertad, Ancash, l'Amazonie et peut-être le sud d'Ayacucho jusqu'à Cuzco et Puno. A Huarochirí, à Lima, on a trouvé des exemplaires sauvages.

Diversité génétique

Il n'existe pas de cultivars définis, mais les plantes se différencient par la couleur de la racine: on distingue la Blanche, la Jaune et l'Orangée claire.

A l'heure actuelle, on dispose des trois collections de plasma germinatif pour l'espèce cultivée au Pérou et en Equateur, où l'on a déterminé les caractéristiques et où l'on conserve le matériel génétique dans des banques actives. A Cajamarca, il existe 32 échantillons à la station expérimentale Baños del Inca (INIAA) et trois à la faculté d'agronomie de l'Université technique de Cajamarca. En Equateur, il en existe trois à la station expérimentale de Santa Catalina (INIAP).

Dans les exemplaires évalués à Cajamarca, le développement des racines et du feuillage est plus important, du fait de précipitations plus abondantes que dans le sud andin. On doit remarquer l'astringence des racines récemment récoltées dans les échantillons de Bolivie, comparés à ceux de l'Equateur, qui sont plus doux. Une détermination plus détaillée des caractéristiques des différentes collections reste à faire. Il faut ajouter que, dans les zones rurales, les femmes détiennent des informations précieuses sur les caractéristiques des cultivars.

Pratiques culturales

On sait peu de chose au sujet de la culture de cette espèce notoirement rustique, qui est pratiquée au niveau de l'agriculture paysanne. Les informations qui suivent proviennent dans une large mesure des données obtenues au cours de missions de collecte de matériel génétique.

La technique de propagation habituelle est la propagation végétative: on sème des pousses basales, des morceaux de tiges ou des rejets; on multiplie également par semences. Les plantes

développées à partir de pousses basales se récoltent au bout d'un an; si l'on utilisait des rejets, cette période pourrait être plus longue. On plante dans des sillons dans lesquels on pratique des trous de 1 m × 1 m. Les plantes étant délicates, le buttage doit être fait prudemment.

En général, le cycle productif dure aux alentours de six à neuf mois. En Equateur, on plante la mauka en juillet-août, intercalée avec du maïs, ce qui permet une meilleure structure du sol pour le développement des racines, en évitant la prolifération des limaces et l'attaque d'un diptère qui perfore les parties souterraines.

Phénologie de la culture

- De la plantation à la levée: de quatre à sept jours.
- De la levée à la première paire de feuilles: de six à neuf jours.
- De la première paire de feuilles au début de la tubérisation: de 25 à 30 jours.
- Du début de la tubérisation à la floraison: de 100 à 110 jours.
- De la floraison à la récolte: de 90 à 100 jours.
- Cycle de production: de 225 à 256 jours.
- Apparition des premières racines: 22 jours.
- Boutures enracinées: 96 pour cent.
- Nombre de racines par bouture: 23.
- Nombre de racines par plant (dans les parcelles paysannes): de deux à cinq.
- Longueur des racines à 45 jours: de 3 à 12 cm.

Rendement

- Rendements par plant (deux campagnes): de 0,5 à 2 kg.
- Poids par plant (dans une parcelle paysanne): de 3 à 5 kg.
- Rendement à l'hectare: 12 et 52 tonnes.
- Rendement de fourrage vert par plant à 6 mois et demi: 7 kg.

Il n'existe pas de statistiques officielles sur la production, la superficie cultivée et les rendements.

Perspectives d'amélioration

La mauka est une culture qui s'est réduite aux jardins familiaux, et sa conservation est due surtout à l'intérêt des paysans qui en apprécient la production et estiment le tubercule pour son goût.

La reproduction est économique compte tenu de la facilité de propagation par boutures. Elle est cependant en concurrence avec les autres racines parce que dans la zone agroécologique où on la cultive, la disponibilité des sols est limitée.

Avec une sélection adéquate de variétés et le développement d'une technologie de culture plus appropriée, on pourrait augmenter la production et la commercialisation dans certaines régions. Cela intéresse les communautés paysannes qui fournissent le matériel génétique pour continuer à produire et à consommer *M. expansa*.

L'Université nationale de Cajamarca a organisé un laboratoire de culture de tissus; elle est en mesure d'expérimenter la conservation de plasma germinatif *in vitro*.

Orientations de la recherche

L'extension de *M. expansa*, aussi bien dans son habitat qu'en dehors de celui-ci, doit se baser sur des recherches fondamentales et appliquées. On est loin de connaître ses aspects botaniques, biochimiques, physiologiques, phénologiques et agronomiques, et il faut obtenir davantage d'informations sur les pratiques culturales, les exigences environnementales (photopériode, thermopériode, humidité, sols), ainsi que sur les maladies et les ravageurs.

- L'objectif d'une première action devra être de compléter et de déterminer les caractéristiques du matériel génétique existant et de sélectionner, conjointement avec les producteurs, les écotypes les plus acceptables.
- Il faut élargir la base génétique pour permet-

tre les déterminations de caractéristiques et les évaluations, et développer des méthodes de conservation des collections.

- L'existence d'une diversité en ce qui concerne l'astringence de la racine permet d'envisager la possibilité d'obtenir des variétés à moins grande teneur en oxalates.
- La recherche biochimique de cette racine pourrait également permettre la sélection des matériels présentant un meilleur équilibre nutritif en ce qui concerne les protéines et les éléments mineurs.

YACÓN
(*Polymnia sonchifolia*)

Nom botanique: *Polymnia sonchifolia* Poeppig & Endlicher
Famille: composées
Noms communs. *Français:* yacón; *espagnol:* yacón, yacuma, jícama (Equateur, Bolivie), arboloco (Colombie), jícama (Pérou).

Originaire des Andes, on cultive *Polymnia sonchifolia* depuis le Venezuela jusqu'au nord-est de l'Argentine, sur les flancs de la cordillère à climat subtropical et tropical, autour de 2 000 m. Les formes sauvages ont été observées par Bukasov sur le plateau de Cundinamarca en Colombie.

C'est une culture typiquement paysanne. Sa production a augmenté au cours de la sécheresse générale dont a souffert la région andine en 1982-1983, quand la production de la pomme de terre, gravement affectée, a été remplacée avec de bons résultats par celle du yacón.

Sa marginalisation est en rapport avec l'absence de techniques intensives de production, elle-même due au fait que, dans les zones urbaines, on n'a pas coutume de consommer cette espèce.

Utilisations et valeur nutritive

Les racines, de saveur douce et agréable, se mangent crues après avoir été exposées au soleil plusieurs jours jusqu'à ce que la peau se plisse. Comme elles sont faciles à digérer, on les utilise dans la diète des malades dans les zones habituelles de culture. Elles sont également consommées par le bétail bovin et porcin, avec le feuillage.

En Equateur, on a procédé à l'évaluation de 10 clones au cours du cycle productif d'un an, avec les rendements suivants: racine brute, 41 tonnes par hectare; racine pelée, 34 tonnes par hectare; matière sèche, 15 pour cent.

La teneur moyenne en sucres augmente à mesure qu'elle se concentre dans les racines exposées au soleil pendant 15 jours: fructose, de 2 à 22 g pour 100 g dans les racines fraîches; alphaglucose, de 2 à 7 g; bêtaglucose, de 2 à 6 g; saccharose, de 2 à 4 g. Les sucres sont analogues à l'inuline. Comme c'est le cas pour la canne à sucre, on peut concentrer les sucres et obtenir une cassonade. Il existe de plus un potentiel agro-industriel pour la transformation de ces sucres en alcool.

On peut en déduire que *P. sonchifolia* a un gros potentiel agronomique; elle sert en outre comme protecteur des sols par sa capacité de se maintenir comme espèce pérenne, surtout dans les zones agroécologiques arides.

Description botanique

P. sonchifolia est une plante pérenne qui forme un système racinaire très ramifié d'où sortent des tiges aériennes cylindriques pouvant atteindre 1,5 m de haut. Les feuilles sont de forme variable, pennatifites à la base des tiges, triangulaires au sommet. Les fleurs apparaissent en bouquets terminaux et comportent cinq bractées vertes, triangulaires et pointues; les fleurs externes sont pourvues de grandes ligules, de 10 à 15 mm de long, jaunes ou orangées, découpées au sommet, tandis que les fleurs centrales sont tubulaires et ont environ 8 mm de long.

Les racines sont irrégulières ou fusiformes et développent des masses ramifiées à la base de la

plante. Extérieurement, elles sont de couleur pourpre; la partie intérieure est charnue et orangée. La plante se renouvelle par rejet à partir du collet.

Ecologie et phytogéographie

Il existe peu d'informations sur les exigences environnementales de *P. sonchifolia*. Selon les observations de terrain, cependant, on peut noter les suivantes:

Photopériode. La plante se développe aussi bien lorsque les jours sont courts que lorsqu'ils sont longs.

Précipitations. Par ses habitudes de croissance, elle nécessite de l'eau dans les premiers stades, mais par la suite elle peut supporter des périodes de sécheresse.

Altitude. Elle se cultive au niveau de la mer au Pérou, en Nouvelle-Zélande et aux Etats-Unis, mais il n'existe pas d'informations sur la production de racines exploitables, sauf en Nouvelle-Zélande où on la cultive commercialement. Sa limite supérieure paraît être 2 000 m.

Température. Elle supporte des températures élevées et des minima de 4 à 5 °C.

Sols. Elle fait preuve d'une grande adaptabilité pour la production de feuillage. Cependant, pour donner des racines comestibles, elle exige des sols profonds, riches et bien drainés.

Distribution géographique

En Colombie, on la cultive sur le plateau de Cundinamarca, Boyacá et Nariño, de 2 600 à 3 000 m dans les étendues désertiques.

En Equateur, de 2 400 à 3 000 m de façon sporadique entre les champs de maïs et dans les jardins dans le couloir interandin et par ordre d'importance à Loja, Azuay, Cañar, autour du lac de San Pablo à Imbabura et dans la province de Bolívar.

Au Pérou, les variétés cultivées se rencontrent depuis 1 300 jusqu'à 3 500 m, avec une plus grande concentration dans le nord et dans la montagne sud-est, entre 2 000 et 3 000 m.

En Bolivie, autour de 2 500 m, avec des altitudes maximales de 3 600 m à la tête de la vallée du nord de La Paz (provinces de Larecaja, Camacho, Muñecas, Bautista Saavedra); à Cochabamba de Pocona vers le sud, Chuquisaca et les vallées mésothermiques de Santa Cruz.

En Argentine, elle pousse au nord-est de Jujuy et Salta.

Diversité génétique

L'IICA a commencé en 1963 les collectes de yacón. Par la suite, on a obtenu au Pérou 88 collections provenant surtout de Cajamarca.

En Equateur, on a recueilli 24 collections et trouvé une forme sauvage (la meilleure époque pour la collecte sont les mois de juin, juillet et août). On a effectué sur ce matériel une évaluation préliminaire en ce qui concerne la teneur en sucres de 10 clones.

Les cultivars les plus connus dans chaque pays se correspondent en ce qui concerne la couleur de la partie comestible des racines: variétés Blanche, Violette et Jaune; c'est cette dernière qui est la plus recherchée.

Pratiques culturales

La culture traditionnelle commence par la préparation de terrains couverts de chaume de maïs ou de pomme de terre, où l'on plante les rejets dans des sillons. La plantation peut se faire tout au long de l'année, à condition qu'il y ait de l'humidité dans le sol. On effectue un seul buttage. Les plantes arrivent à maturité à sept mois environ dans les zones de basse altitude et en un an dans les zones plus hautes, notamment dans les têtes de vallée.

Les racines se cassent facilement, il faut les récolter avec précaution et ensuite les séparer de la tige centrale, qui sert à alimenter le bétail. On stocke les racines dans des lieux secs et sombres où elles se conservent pendant des mois, pendant lesquels il se produit un adoucissement par transformation de l'amidon; l'action du soleil accélère ce processus. Dans les cultures intensives, on peut obtenir des rendements allant jusqu'à 40 tonnes par hectare.

Perspectives d'amélioration

La racine fraîche de *P. sonchifolia* a une forte teneur en eau, aussi sa valeur alimentaire est-elle faible.

Dans la région andine, il existe une demande potentielle. Dans les autres régions subtropicales et tropicales du monde, on pourrait développer cette culture comme culture industrielle pour la production d'inuline. Le yacón pourrait également prendre de l'importance comme culture fourragère pérenne et de couverture dans les zones arides. Dans ce sens, il apparaîtrait comme une composante de cultures multiples complémentaires.

Orientations de la recherche

Il faut «redécouvrir» le yacón pour pouvoir éventuellement en étendre la culture et l'utilisation par différentes actions:

- compléter les explorations et les collectes systématiques de formes cultivées et sauvages;
- coordonner, parmi les actuelles banques de gènes, la détermination des caractéristiques, l'évaluation agronomique du matériel et la détermination de la teneur en sucres et de leur qualité;
- déterminer les conditions optimales de conservation des racines et du feuillage;
- évaluer l'utilisation et la qualité du fourrage vert et sec;
- étudier les maladies et obtenir un matériel tolérant, ou déterminer des méthodes de lutte;
- essayer la culture à partir de méristèmes;
- développer des technologies pour la culture mécanisée.

Bibliographie

Cárdenas, M. 1989. *Manual de plantas económicas de Bolivia*, 2e éd., La Paz, Editorial Los Amigos del Libro.

Chacón de Popovici, G. 1990. La maca (*Lepidium peruvianum* Chacón sp.nov.) y su hábitat. *Revista Peruana de Biología*, 3(2).

Franco, S. 1990. *El chago (*Mirabilis expansa*), raíz andina en peligro de extinción*. Programa de investigación en Cultivos Andinos. Estación Experimental Baños del Inca, informe técnico n° 1. Cajamarca, Pérou, INIAA.

Higuita, F. 1964. El cultivo de la arracacha en la sabana de Bogotá. *Agricultura Tropical (Colombia)*, 24(3): 139-146.

León, J. 1964. Plantas alimenticias andinas. IICA *Boletín Técnico*, 6.

León, J. 1964. La maca (*Lepidium meyenii*), a little known food plant of Peru. *Econ. Bot.*, 18: 122-127.

National Research Council. 1989. *Lost crops of the Incas: little known plants of the Andes with promise for worldwide cultivation*. Washington, DC, National Academy Press.

Nieto, C. *et al.* 1989. *Los cultivos andinos subexplotados en Ecuador*. Programa de Cultivos Andinos. Quito, INIAP.

Rea, J. 1982. El miso (*Mirabilis expansa*). Una contribución de la agricultura preinca de Ecuador y Bolivia. *Desde el Surco*, 5: 23-26.

Rea, J. 1984. *Arracacia xanthorrhiza* en los países andinos de Sudamérica. In *Memorias del IV Congreso Internacional de Cultivos Andinos*, p. 387-396. Pasto, Colombie, ICA/CIID.

Rea, J. & León, J. 1965. La mauka (*Mirabilis expansa*): un aporte de la agricultura prehispánica de Bolivia. In *Anales Científicos de la Universidad Agraria La Molina*, (Lima), 3: 38-41.

Sánchez, I. 1971. El cultivo de la arracacha en Cajamarca. *Revista de la Universidad de Cajamarca*, 1(1).

Seminario, J. 1988. El chago o mauka (*Mirabilis expansa*) en Cajamarca. In *Anales del VI Congreso Internacional de Cultivos Andinos*, p. 251-264. Quito, INIAP.

Tello, J. *et al.* 1991. La maca (*Lepidium meyenii* Walpers): Cultivo alimenticio potencial para las zonas altoandinas. In *VII Congreso Internacional de Cultivos Andinos*. La Paz.

Zardini, E. 1991. Ethnobotanical notes on yacon (*Polymnia sonchifolia*, Asteraceae). *Econ. Bot.*, 45: 72-95.

Fruits andins

PEPINO (*Solanum muricatum*)

Noms botaniques: *Solanum muricatum* Aiton, *S. variegatum* R. & P., *S. pedunculatum* Roem & Schult, *S. guatemalense* Hort.

Famille: solénacées

Noms communs. Français: pepino, concombre doux, poire-melon; *quechua:* cahum, xachum; *aymara:* kachuma; *espagnol:* pepino, pepino dulce (Colombie, Equateur, Pérou, Bolivie), mataserrano (Pérou, régions centrale et méridionale), peramelón (Canaries); *anglais:* pepino, sweet cucumber, pear melon

Solanum muricatum est originaire de la région andine et domestiqué depuis les temps préhispaniques. On ne le connaît aujourd'hui que cultivé. Aussi bien les noms en langue native que les représentations par divers objets en céramique des cultures chimú et paracas prouvent qu'il s'agissait d'une plante largement cultivée et de grande importance en ces temps-là. Ce ne le fut pas pendant la colonie ni pendant la République. Pendant la colonie, le vice-roi Melchor de Navarra, comte de la Palata, interdit même la consommation de ce fruit en lui attribuant le nom répudiable de «mataserrano» (tueur de montagnards). Le mot espagnol «pepino» a peut-être été destiné à faciliter l'introduction de *Cucumis sativus* L. (cucurbitacée), espèce connue aussi sous ce nom, puisqu'à partir de ce moment-là il y eut confusion entre les deux dénominations. Sur la côte nord du Pérou (dans les vallées de Virú et de Moche), les agriculteurs croient qu'on peut mourrir d'avoir mangé des pepinos après avoir bu de la liqueur. Les noms et croyances ont contribué au fait que la culture de *S. muricatum* ne se pratique que sur de petites surfaces et que sa production reste minime. Il n'en va pas de même des pays où cette plante a été introduite. On connaît des cultures commerciales de technique avancée au Chili, en Nouvelle-Zélande et aux Etats-Unis (Californie), ce fruit ayant été adopté sur les marchés nord-américain, européen et japonais.

Utilisations et applications

Les fruits de *S. muricatum* se consomment mûrs comme fruit rafraîchissant et hydratant après l'effort physique. Les pasteurs de Moche et de Virú emportent des pepinos dans leurs besaces pour les consommer au cours de leur marche dans le désert.

Ce sont des fruits d'apparence attrayante par leur couleur blanc jaunâtre, avec des bandes et des raies longitudinales, pourpres à l'état mûr; ils sont agréables d'odeur et de goût car leur arôme caractéristique est doux et leur saveur légèrement sucrée. Ils ont peu de valeur nutritive, mais ils sont reconnus pour leurs propriétés diurétiques, probablement dues à leur forte teneur en eau (92 pour cent), et on leur attribue une bonne teneur en iode, raison pour laquelle on les recommande contre le goitre. Ils contiennent en outre 7 pour cent d'hydrates de carbone et de la vitamine C dans une proportion de 29 mg pour 100 g.

Description botanique

S. muricatum est une plante herbacée, très rami-

L'auteur de ce chapitre est I. Sánchez Vega (Université nationale de Cajamarca, Pérou).

fiée et à base ligneuse. Le feuillage est abondant, avec des feuilles simples ou composées (de une à trois paires de folioles), les lames et folioles sont elliptico-lancéolées, velues ou glabres. L'inflorescence est subterminale, avec peu de fleurs. Les fleurs, pentamères, ont un calice persistant sur le fruit et une corolle actinomorphe de 2 cm de diamètre et de couleur bleutée à bords blanchâtres. Les étamines, plus courtes que la corolle, ont des anthères jaunes conniventes, déhiscentes par les pores de l'extrémité. Le style émerge légèrement d'entre les anthères. Le fruit est ovoïde conique à subsphérique, avec ou sans graines.

Phénologie. Les plantes multipliées par voie végétative ont une croissance rapide et leur floraison commence quatre ou cinq mois après la plantation. Le cycle biologique, avec ce mode de propagation est le suivant:

- *Enracinement des branches:* il est plus rapide (de 10 à 15 jours) en sol humide.
- *Croissance végétative:* elle se manifeste par l'émission abondante de branches et de feuillage et dure de trois à trois mois et demi.
- *Floraison et fructification:* elle est abondante par le nombre de branches et dure de un mois et demi à deux mois et demi.
- *Etat d'après récolte:* c'est une période de repos de la plante pendant laquelle elle n'émet ni branches ni feuillage; c'est le moment approprié pour prendre des rejets pour la multiplication et en même temps tailler la plante.
- *Reprise:* avec la présence d'une plus grande humidité, la plante commence un nouveau cycle phénologique.

Les plantes multipliées par semences sont plus tardives. Bien que la plante soit pérenne, les agriculteurs n'exploitent que deux campagnes de fructification, car ensuite les rendements et la qualité des fruits diminuent.

On ne connaît pas la durée de la vitalité des graines une fois qu'elles ont été extraites des fruits, mais il apparaît souvent des plantules dans les jardins où on les cultive. En laboratoire, on a obtenu des plantules même après 15 à 20 jours de dessication des graines.

Ecologie et phytogéographie

S. muricatum est une espèce tropicale, de climats tempérés, de montagnes et de côtes. Dans la zone andine, les cultures se localisent dans les vallées interandines et sur les versants occidentaux, depuis 900 m jusqu'à environ 2 800 m. Ces limites correspondent à 24 °C à l'altitude inférieure et 18 °C à l'altitude supérieure, avec des précipitations situées entre 500 et 800 mm par an. Les caractéristiques climatiques décrites correspondent à la partie haute de la forêt sèche subtropicale et de la forêt sèche de montagne en dessous ou au niveau de la yunga haute et de la quechua du Pérou. Les cultures côtières se pratiquent au sud de 7° de latitude sud pendant l'automne et l'hiver, lorsque la température oscille entre 17 et 21 °C et l'humidité atmosphérique augmente du fait des brouillards et des bruines.

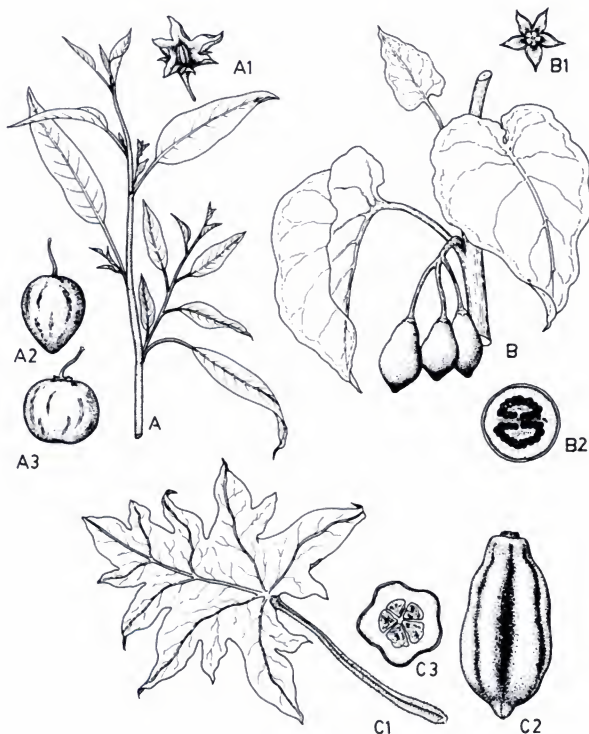
La culture originale de *S. muricatum* s'étendait tout le long des Andes, depuis le sud de la Colombie jusqu'à la Bolivie et à la côte du Pérou. Pendant la colonie, elle a été introduite au Mexique et en Amérique centrale, où on la connaissait sous le nom de *S. guatemalense*.

Diversité génétique

L'espèce présente une grande diversité intraspécifique, ce qui a provoqué la synonymie susmentionnée. La variation morphologique se manifeste par la division de la lame foliaire (composée et simple), la pubescence des tiges et des feuilles (glabres, velues), ainsi que la forme, la couleur et la consistance des fruits. On a observé une variation physiologique dans la formation des fruits et des graines, puisque certains biotypes produisent des fruits après la pollinisation et contiennent des

FIGURE 21

Fruits andins: A. pepino (*Solanum muricatum*); A1. fleur; A2., A3. fruits; B. tomate arbustive (*Cyphomandra betacea*); B1. fleur; B2. section du fruit; C. papaye d'altitude (*Carica pubescens*); C1. feuille; C2. fruit; C3. section du fruit



graines fertiles, et d'autres forment des fruits parthénocarpes et sans graines car le pollen est stérile.

Les corrélations entre les caractères décrits n'ont pas été établies et méritent des recherches spécifiques. On a décrit des variétés et des formes. Parmi les premières, Protogenum se caractérise par des feuilles composées et Typica par des feuilles simples. A l'intérieur de cette dernière, on distingue la forme *glaberrimum* dont les feuilles sont glabres.

Espèces sauvages connexes. C'est un aspect qui n'est pas encore défini. Des recherches fondées sur des croisements interespèces établissent une relation entre *S. muricatum* et *S. caripense* H. & B. ex Dun., *S. tabanoense* Correll et *S. trachycarpum* Bitt & Sodiro.

Parmi ces espèces, la première est considérée comme ayant la plus grande probabilité de présenter cette affinité génétique car on a obtenu des hybrides fertiles. Pour les autres espèces, il existe moins de preuves, mais s'agissant de *S. tabanoense*, l'origine de *S. muricatum* pourrait être le sud de la Colombie et l'Equateur, puisque c'est la zone de distribution naturelle de l'espèce à laquelle on la rattache.

Cultivars connus et centres de diversité. Dans la montagne de Cajamarca au Pérou, on rencontre régulièrement la forme typique de *S. muricatum*, avec des fruits subsphériques à sommet fourchu et de couleur vert jaune avec quelques bandes pourpres. Sur la côte péruvienne, on a rencontré en cultures pures et commerciales la forme *glaberrimum*, dont on distingue deux cultivars:

Morado listado: feuilles vert sombre, branches subérigées et fruits ovoïdo-coniques de taille variable; mésocarpe jaunâtre et sucré. Ses fruits sont très appréciés sur le marché.

Oreja de burro: feuilles vert clair, branches longues, semi-tombantes, fruits coniques allongés, grands ou moyens, avec peu de pigmentation (pepino blanco); mésocarpe blanc sable et moins sucré.

La variété Protogenum a été décrite pour la Colombie et l'Equateur, où on ne connaît pas de cultivars. Sur la côte nord du Pérou, on connaît un pepino violet de forme subsphérique et très sucré. Les agriculteurs consultés racontent qu'«il s'est perdu».

Il faut recueillir du matériel vivant dans toute la zone de distribution de *S. muricatum* pour établir une banque de gènes.

Pratiques culturales

La multiplication la plus courante est par boutures. La préparation consiste à choisir des branches saines et mûres et à les couper d'une longueur de 30 à 35 cm; ensuite, on les laisse à l'ombre deux ou trois jours pour qu'il se produise une légère déshydratation qui facilite un enracinement rapide.

Le sol, suffisamment humide, se prépare en labourant en sillons. Après quatre ou cinq jours, on «éclaircit» le sillon, ce qui consiste à émotter davantage le sol et à approfondir les sillons pour permettre une bonne infiltration de l'eau sans noyer le billon. La plantation des boutures se fait en présence d'humidité, dans le tiers inférieur de la pente du billon, à 50 cm de distance d'une plante à l'autre. La distance entre les sillons est de 80 cm.

Les travaux culturaux consistent en irrigation, sarclage et buttage. Les irrigations sont fréquentes les premiers jours après la plantation; on les espace ensuite selon les besoins et on les interrompt pendant la maturation des fruits. Le buttage se fait 30 à 35 jours après la plantation et on en profite pour enterrer l'engrais.

Au Pérou, *S. muricatum* est peu cultivé commercialement; on ne connaît pas le rendement par unité de surface, ni la superficie consacrée à cette culture.

Perspectives d'amélioration

Les limitations dans les pays d'origine sont déterminées par:

- la «marginalisation sociale» des fruits, qui est la cause de leur faible consommation;
- la sous-utilisation de la diversité génétique;
- l'absence de techniques commerciales de culture;
- le transport inadéquat des fruits.

Cependant, ces limitations ne sont pas des facteurs qui empêchent définitivement la culture extensive de *S. muricatum*. C'est l'une des espèces natives qui a le plus de possibilités de sortir de sa marginalisation actuelle, car on peut facilement diversifier la disponibilité de fruits et élargir les possibilités de consommation et d'exportation.

Orientations de la recherche

La promotion soutenue de *S. muricatum* doit se fonder sur un programme de recherche multidisciplinaire comprenant:

- des explorations botaniques dans le cadre de la dispersion primaire, qui permettent de reconnaître l'amplitude de la diversité intraspécifique et de définir les centres de diversité génétique;
- des recherches anatomico-morphologiques, de biologie florale et cytogénétiques, pour interpréter le comportement écophysiologique et la diversité génétique;
- des études phénologiques et des techniques agronomiques de culture dans différentes zones écologiques, pour connaître les besoins nutritionnels et sanitaires, ainsi que les potentialités de rendement.

Les recherches doivent être orientées vers la détermination des caractéristiques des cultivars et la mise en place d'une banque de gènes.

L'utilisation alternative de la multiplication végétative et sexuée doit être mieux exploitée. La multiplication végétative sert à stabiliser les formes variétales et à raccourcir le cycle biologique; la multiplication sexuée sert à promouvoir la diversité génétique.

TOMATE ARBUSTIVE (*Cyphomandra betacea*)

Noms botaniques: *Cyphomandra betacea* (Cav.) Send., *C. crassifolia* (Ortega) Kuntze, *Solanum crassifolium* Ortega, *S. betacea* Cav.

Famille: solanacées

Noms communs. Français: tomate arbustive; *espagnol:* tomate de árbol, berenjena, sachatomate, yuncatomate (Pérou), limatomate, tomate de monte, tomate de La Paz (Bolivie, Argentine); *anglais:* tamarillo, tree tomato

Cyphomandra betacea est une espèce native des Andes dont la domestication et la culture sont antérieures à la découverte de l'Amérique. Malgré cette ancienneté, on ne lui connaît pas de nom en langues natives.

Utilisations et valeur nutritive

C. betacea se cultive pour ses fruits, qui constituent une ressource alimentaire et une matière première potentielle pour l'industrie des confitures. Les paysans attribuent à ces fruits des propriétés médicinales contre les maladies respiratoires et l'anémie. Les fruits de la tomate arbustive contiennent des niveaux suffisants de vitamine A, B_6, C et E, ainsi que du fer.

Les fruits se consomment crus ou cuits. Dans tous les cas, on élimine la peau car elle a une saveur amère. Lorsqu'ils sont mûrs, les fruits se mangent crus, mais on consomme plus souvent comme dessert les fruits cuits au sirop. On cuit brièvement les fruits, entiers et avec le pédoncule, dans l'eau pour pouvoir enlever la peau; on prépare ensuite du miel avec de la cannelle et du clou

de girofle, on y ajoute les fruits pelés et on laisse bouillir jusqu'à la consistance voulue.

Avant que les fruits ne soient mûrs et lorsqu'ils prennent une couleur orangée, on les utilise au Pérou pour préparer une sauce avec du piment (*Capsicum pubescens* R. & P.). La préparation de cette sauce consiste à faire rôtir légèrement les fruits à la braise, ce qui facilite leur épluchage. Ensuite, on les écrase et on ajoute du piment et du sel. Cette sauce piquante se consomme comme apéritif. Dans les régions de montagne où on ne cultive pas la tomate (*Lycopersicon* sp.), les fruits de la tomate arbustive servent pour préparer des ragoûts en remplacement des tomates.

Description botanique

C. betacea est un arbuste de 2 à 3 m de haut, à tige unique et à un seul pied; ce dernier est ramifié à la hauteur de 1 à 1,5 m en deux ou trois branches, elles-mêmes ramifiées de la même façon. Les feuilles sont cordiformes, de 17 à 30 cm de long et 12 à 19 cm de large, subcharnues, légèrement pubescentes à l'envers. L'inflorescence caulinaire est opposée à la feuille. Les fleurs, de 1,4 cm de long, ont un calice persistant sur le fruit, une corolle blanc rosé rotado-campanulée à sommets recourbés, des étamines conniventes plus courtes que la corolle, des anthères jaunes déhiscentes par deux pores apicaux et un style émergent entre les anthères. Le fruit de 5 à 7 cm de long, est ovoïde, glabre, de couleur jaune verdâtre ou orangé avec des bandes longitudinales; le mésocarpe est orangé.

Phénologie. Il ne semble pas qu'on ait réalisé des études sur les phases de croissance de cette plante. Aussi la description phénologique qui suit est-elle une approximation et le résultat d'observations de terrain et d'informations fournies par les paysans. La multiplication se fait le plus souvent par semence, mais peut se faire par boutures.

La plante a une vie d'environ trois ou quatre ans, et la floraison commence huit à dix mois après la mise en place définitive. La période de floraison commence en même temps que la ramification de la tige principale. La première inflorescence se produit près du point de ramification de la tige principale et les suivantes à l'extrémité des branches près de leurs propres ramifications. La floraison est continue et le nombre d'inflorescences est en relation directe avec la ramification de la plante.

La plante est à feuilles persistantes, et l'émission de feuilles est continue. Les feuilles inférieures tombent néanmoins successivement, ce qui fait que la tige principale et la partie inférieure des branches restent dépourvues de feuilles.

Ecologie et phytogéographie

C. betacea pousse mieux dans les régions où les températures se situent entre 18 et 22 °C et les précipitations entre 600 et 800 mm par an. Ces caractéristiques climatiques se présentent dans les Andes à des altitudes moyennes (de 1 800 à 2 800 m).

Les observations faites dans les jardins familiaux démontrent que les plantes poussent mieux en association avec des arbres (par exemple, *Erythrina edulis* et *Juglans neotropica*), qui forment un microclimat plus humide, avec une moins grande déshydratation du sol et où la lumière est diffuse. Les plants de tomate arbustive ne supportent pas les basses températures (gelées). Les températures élevées, de même que les sécheresses prolongées, affectent aussi la floraison et la fructification.

C. betacea se cultive sporadiquement depuis le Mexique et les Antilles jusqu'à l'Argentine. On ne connaît pas de population sauvage et on présume que la domestication est récente. La culture s'étend à des zones subtropicales comme en Nouvelle-Zélande où elle est très avancée, dans le sud de l'Europe et dans les zones tropicales d'autres continents, en Inde et en Asie du Sud-Est.

Diversité génétique

On ne connaît *C. betacea* qu'à l'état cultivé. Les populations présentent une diversité de pigmentation du feuillage jeune, ainsi que dans la couleur, la forme et l'épaisseur du mésocarpe du fruit. Certaines présentent dans le mésocarpe des groupes de cellules siliqueuses, ce qui diminue la qualité des fruits. Selon les agriculteurs, la couleur du feuillage vert jaune est en rapport avec la production de fruits jaunes, et le feuillage vert pourpre avec la production de fruits orangé rouge. La forme des fruits varie de subsphérique à ovoïde avec une extrémité un peu pointue. Les études sur cette espèce sont nécessaires pour déterminer l'ampleur de la diversité et les relations phytogénétiques avec les espèces sauvages.

Espèces connexes. Il existe une cinquantaine d'espèces de *Cyphomandra* depuis le sud du Mexique jusqu'à l'Argentine. On considère comme voisines de la tomate arbustive les espèces *C. bolivariensis* et *C. hartwegii*. Cette dernière produit des fruits comestibles, se cultive sporadiquement et a été utilisée comme porte-greffe. Une autre espèce aux fruits comestibles, *C. cajanumensis* ou casana, originaire de l'Equateur, se cultive en Nouvelle-Zélande.

Pratiques culturales

La culture commerciale de *C. betacea* ne fait que débuter, bien qu'elle soit fréquente au niveau de la subsistance dans les jardins ruraux et urbains. Dans ce cas, la culture est limitée à très peu de plants (de deux à quatre) pour la consommation familiale. On ne vend les fruits qu'occasionnellement sur les marchés locaux.

Les techniques de culture se fondent sur la multiplication par semences; il y a donc deux phases:

Pépinière. Les graines extraites des fruits mûrs sont mises à sécher pendant 10 à 15 jours à la température ambiante, puis on les met en pépinière. Elles y restent 30 jours pour germer et, lorsque les plantules ont de 15 à 20 cm de haut (trois ou quatre feuilles), on les met en place.

Plantation. Considérant que les plantes sont cultivées dans des jardins où il n'existe pas de plantation régulière, on n'a pas d'informations sur la profondeur de semis ou la distance entre les plantes, ni sur les travaux culturaux et sanitaires.

La culture fondée sur la multiplication végétative est très peu connue. Il semble qu'en Colombie on cultive *C. betacea* par boutures; ces dernières doivent avoir de 20 à 30 cm et s'enracinent au bout de 30 jours; elles sont alors prêtes à être mises en place. A Cajamarca au Pérou, on connaît un seul cas de propagation par boutures chez un agriculteur.

Perspectives d'amélioration

La culture de *C. betacea* est prometteuse et doit faire l'objet d'études et d'expérimentations en cultures commerciales qui permettent de générer des technologies applicables.

Les limitations de *C. betacea* sont déterminées par l'état traditionnel de la culture, plutôt que par les caractéristiques de la plante. L'état actuel se caractérise ainsi:

- absence d'identification des cultivars;
- absence de techniques de culture au niveau commercial et d'exploitation des plantes (techniques de taille et de régénération des plantes);
- culture limitée aux jardins familiaux;
- présence de maladies mycotiques (*oïdium* sp.) et d'insectes qui attaquent les feuilles.

On a détecté que cette espèce n'était pas très stable en ce qui concerne les caractéristiques obtenues par sélection, telles que la couleur, la taille, le caractère sucré des fruits et le rendement. Il faut cependant reconnaître que ces caractéristiques ont été détectées dans des cultivars dévelop-

pés en dehors de la zone de dispersion naturelle (Nouvelle-Zélande), où des facteurs écologiques ont pu avoir une influence.

Les perspectives de la tomate arbustive se déduisent de la qualité et de la diversité d'utilisation des fruits. La plus importante et potentiellement la plus exploitable est la transformation industrielle des fruits en confiture. Cette agro-industrie encouragerait la culture sur de plus grandes superficies, élargirait le marché et permettrait de cultiver des cultivars à plus haut rendement et à meilleure qualité des fruits.

Orientations de la recherche

La culture intensive de *C. betacea* à des fins industrielles implique de réaliser diverses études tendant à obtenir une plus forte production. Pour cela, les activités suivantes sont recommandées:

- Expérimenter la propagation végétative au moyen d'hormones qui accélèrent l'enracinement et l'activation des bourgeons. Les résultats pourraient avancer la période de floraison.
- Rechercher des techniques de taille et d'activation des bourgeons dormants. L'élimination précoce de la dominance apicale provoque une ramification à une moins grande hauteur. Les plantes, après la deuxième année de vie, présentent beaucoup de bourgeons dormants à la partie inférieure des branches et sur la tige principale, qui, s'ils étaient réveillés, formeraient des branches nouvelles et augmenteraient donc la production.
- Reconnaître la diversité génétique de l'espèce dans le cadre de sa distribution géographique naturelle et celle des espèces voisines pour sélectionner des cultivars et tenter d'obtenir des hybrides;
- Etudier la biologie florale et identifier le rôle possible des insectes pollinisateurs.

PAPAYE D'ALTITUDE (*Carica pubescens*)

Noms botaniques: *Carica pubescens* Linne & Koch, *Vasconcellea pubescens* A.DC., *C. candamarcensis* Hook, *C. cundinamarcensis* J. Linden.

Famille: caricacées

Noms communs. Français: papaye d'altitude, chamburu; *espagnol:* chilhuacán, chiglacón, chamburu (Equateur), chamburu, huanarpu hembra, papaya de monte, papaya arequipeña, papaya de altura (Pérou, Bolivie); papayuela (Colombie); *anglais:* mountain papaya

Carica L. est un genre originaire d'Amérique tropicale et subtropicale, dont on a décrit 40 espèces natives depuis le Mexique jusqu'au nord de l'Argentine. *C. papaya* L. est l'espèce qui se cultive le plus dans les tropiques à travers le monde.

Dans les Andes, à des altitudes où l'on ne peut pas cultiver *C. papaya*, il pousse certaines espèces de *Carica* qui peuvent constituer des cultures prometteuses. Parmi ces espèces, on peut citer *C. pubescens*, cultivée dans les jardins familiaux depuis la Colombie jusqu'à la Bolivie. Il est probable que cette espèce a été extraite des forêts andines persistantes et mise en culture dans les jardins comme plante d'ornement et pour ses fruits qui, lorsqu'ils sont mûrs, se consomment crus ou cuits. L'histoire de cet arbuste andin n'est pas très connue, mais il est possible que sa culture soit relativement récente, bien qu'il ait été cultivé avant l'introduction de *C. papaya*.

On peut supposer que l'introduction de *C. papaya* en Amérique du Sud a pu retarder l'évolution de la culture de *C. pubescens* et des autres espèces connexes. La marginalisation de cette espèce peut aussi être attribuée à l'indifférence des populations andines et à l'absence d'incitations à entreprendre des études botaniques,

comme cela se passe pour les espèces d'autres familles.

Utilisation et applications

C. pubescens est exploitée surtout pour ses fruits, bien que d'autres parties de l'arbuste aient une importance médicinale. Les fruits mûrs sont utilisés dans la patisserie familiale et dans la confection de confitures et de boissons. Les fruits verts bouillis ou cuits au four peuvent se consommer comme légume. Lorsqu'ils sont verts, les fruits fournissent également du latex. Celui-ci, par sa teneur en papaïne, est accepté sur le marché international pour l'industrie pharmacologique et comme attendrisseur de la viande. Dans la zone principale de culture (Colombie, Chili et nord de l'Equateur), on utilise les fruits dans le traitement de l'artériosclérose.

Au Pérou, dans les jardins d'Urubamba (Cuzco), à 2 800 m, on a observé des plants beaucoup plus hauts, robustes et ramifiés que les biotypes de Cajamarca. Ces caractéristiques déterminent une production et une plus grande taille des fruits; on a compté sur un plant adulte jusqu'à 200 fruits. On utilise les fruits pour attendrir la viande bovine dure; pour cela, on extrait le latex avec lequel on frotte la viande, que l'on laisse ensuite reposer pendant quatre à six heures. Selon les pratiques populaires, le latex s'applique contre la mycose cutanée et la verrue plantaire; on l'utilise également comme vermifuge, dans le traitement de l'entérite des bébés à l'époque de la dentition, contre le diabète et contre des maladies hépatiques. Par son effet protéolytique, il agit sur les cellules de la surface de l'épiderme et ses agents patogènes.

Description botanique

C. pubescens est un arbuste de 1 à 2 m, dont la tige principale peu ramifiée a une base large avec des cicatrices foliaires très visibles. Il y a l'apparence d'un petit panier. Les feuilles sont pétiolées, les pétioles ayant de 17 à 34 cm de long; la lame est dentalobulée, pentagonale, de 20 à 26 cm de long et 34 à 40 cm de large. Les feuillages ont un lobe central de trois à cinq petits lobes latéraux, oblongs-acuminés. Les fruits sont petits (de 10 à 15 cm) de couleur jaune, à cinq côtés. La majorité des plants sont dioïques.

Phénologie. Il existe peu d'études phénologiques, surtout en ce qui concerne l'âge de floraison et la durée de production du plant. Les évaluations empiriques indiquent que les plantes obtenues par semence atteignent leur âge de floraison au bout de 10 à 12 mois et que le cycle biologique se termine au bout de cinq ans. La croissance est lente et l'émission de feuillage est continue, mais les feuilles inférieures tombent. Il pousse peu de branches latérales, sauf lorsqu'on coupe le bourgeon principal. Une fois atteint l'âge de floraison, celle-ci est continue et se produit en même temps que l'émission de feuilles.

Les fruits mûrs sont mangés par les oiseaux qui, en perforant le mésocarpe, provoquent la chute des graines. Ces dernières ont une grande capacité de germination et n'ont pas besoin de passer par une période de dormance. Les graines commencent à germer au bout de 30 jours et on a observé un taux de germination de 60 pour cent.

Ecologie et phytogéographie

Cet arbuste fruitier pousse sous des climats tempérés à tièdes. En général, les caricacées d'altitude habitent la zone de forêt sèche de basse altitude. Dans les Andes, ces zones se situent entre 2 000 et 3 000 m selon la latitude et correspondent aux zones agroécologiques de jalca et quechua au Pérou, avec des précipitations annuelles de 500 à 1 000 mm. Les températures moyennes oscillent entre 12 et 18 °C (22 °C en hiver à midi); le climat est subhumide.

L'espèce est sensible aux basses températures de l'aube et au soleil intense de midi en hiver (de

mai à septembre). Ces extrêmes de température affectent le feuillage et la maturation normale des fruits. Bien qu'il faille procéder à davantage de vérifications, cette culture paraît recommandable en association avec d'autres arbustes. C'est ce que l'on peut déduire de son bon comportement dans les jardins à sols profonds et où la matière organique est abondante. La plante ne supporte pas de sécheresse prolongée car elle perd alors beaucoup de feuilles.

La distribution géographique de *C. pubescens* est large tout le long des Andes. Elle comprend les versants occidentaux et orientaux et les vallées interandines depuis la Colombie jusqu'à la Bolivie. C'est une plante qui croît spontanément dans la forêt bolivienne à côté d'autres espèces sauvages et en Colombie en tant qu'espèce des bords de route jusqu'aux limites du désert.

Diversité génétique

C. pubescens est une espèce bien définie et bien délimitée en ce qui concerne ses caractères morphologiques, quoique ceux-ci varient en ce qui concerne la hauteur de la plante et ses ramifications, le nombre des lobes et la pubescence des feuilles, la taille et la couleur des fruits et la quantité de latex. Les différences les plus importantes s'observent néanmoins dans les formes sexuées des plantes. Dans cette espèce, comme pour *C. papaya*, il existe trois de ces formes: les plantes pistillées, les plantes estaminées et les plantes andromonoïques. Les individus à pistil et à étamines ne répondent pas aux changements climatiques saisonniers, tandis que les andromonoïques, sexuellement ambivalents, produisent des fleurs femelles, mâles et parfaites (hermaphrodites) en différentes proportions selon les caractéristiques de la saison.

Il est indubitable que la variation sexuée décrite, conjuguée à la capacité de former des hybrides avec d'autres espèces, permet d'envisager de générer de nouvelles combinaisons et d'accroître la diversité. Les espèces équatoriennes *C. pentagona* et *C. chrysopetala* ont été changées en hybrides interspécifiques. On a démontré que *C. pentagona* est issue de l'hybridation entre *C. pubescens* et *C. stipulata* et que *C. chrysopetala* est le résultat de l'hybridation entre *C. pubescens* et *C. monoica*.

Dans la zone géographique de distribution de *C. pubescens*, on ne connaît pas de cultivars, mais on peut supposer que le principal centre de diversité se situe en Equateur et dans le nord du Pérou. On n'a pas non plus d'informations sur l'organisation d'une banque de gènes de cette espèce, qui pourrait éviter la perte de cultivars ou de biotypes produits par la sélection et par les facteurs écologiques.

Pratiques culturales

Les connaissances agricoles actuelles sur *C. pubescens* dans les Andes sont réduites; sa culture est traditionnelle et se pratique dans les jardins des maisons rurales comme plante d'ornement et pour la consommation de fruits au niveau de la famille. Dans chaque jardin, on cultive de un à trois plants, qui font l'objet des mêmes traitements que les autres espèces de la parcelle, on ne peut donc pas parler de techniques de culture spécifiques pour cette espèce.

Les paysans reproduisent cet arbuste par graines ou occasionnellement par boutures. On extrait les graines des fruits et, après une courte période de séchage à température ambiante, on les fait germer dans des pots de terre cuite ou dans d'autres récipients. Les plantes sont mises en place lorsqu'elles ont de 10 à 15 cm de haut (de deux à quatre feuilles). On n'a pas essayé de cultures pures, aussi ne connaît-on pas l'espacement entre les plants, mais, d'après le diamètre de la cîme, on peut l'estimer à 3 × 3 m.

Les rendements par unité de surface ne sont pas connus, mais les comptages faits sur les plants que l'on trouve dans les jardins familiaux indi-

quent qu'ils peuvent produire de 50 à 60 fruits au cours d'une période de croissance qui dure approximativement quatre mois.

Perspectives d'amélioration

La commercialisation des fruits de *C. papaya* sur les marchés des villages et des villes de montagne limite la consommation des fruits de *C. pubescens*. On pourrait affirmer que c'est essentiellement la population rurale qui les consomme. On les trouve parfois sur les marchés de montagne. Les meilleures perspectives pour mettre cette espèce en culture commerciale, encore que sur de petites superficies, sont l'extraction de latex à l'état vert et de semi-maturité, ainsi que l'élaboration de produits transformés comme le jus et les confitures.

La monœcie et/ou diœcie que présentent les espèces de *Carica* d'altitude (Andes) ont provoqué quelques imprécisions dans la délimitation des espèces. Si l'on y ajoute les affinités qui existent entre celle-ci et la possibilité de générer des hybrides interspécifiques, il est évident qu'il est nécessaire de procéder à des études taxonomiques fondamentales.

Orientations de la recherche

On peut suggérer les orientations suivantes de recherche:

- collecte de matériel génétique et création d'une banque gènes;
- révision taxonomique complète du genre;
- achèvement des études ethnobotaniques;
- études de biologie florale, de formation des fruits et des graines et du comportement de la diversité sexuée des plantes;
- cultures expérimentales pour définir le comportement phénologique et les modes de gestion de la culture;
- expériences d'hybridation avec d'autres espèces et utilisation de techniques de micropropagation.

C. pubescens présente plusieurs options permettant d'améliorer et de développer sa culture, mais cela nécessite des recherches supplémentaires. Son introduction parmi les cultures commerciales et extensives serait un autre facteur de développement pour les zones rurales pratiquement vides des Andes.

Bibliographie

Bohs, L. 1989. Ethnobotany of the genus *Cyphomandra*. *Econ. Bot.*, 43: 143-163.

Brücher, H. 1968. Las reservas genéticas de América del Sur para la selección de plantas cultivadas. *Theor. Appl. Genet.*, 38: 9-12.

Burge, G.K. 1982. Pepinos: fruit set. *NZ Commercial Grower*, 37: 33.

Cárdenas, M. 1969. *Manual de las plantas económicas de Bolivia*. Cochabamba, Bolivie, Imprenta Icthus.

Correll, D.S. 1962. *The potato and its wild relatives. Section* Tuberarium *of Genus* Solanum. Renner, Texas Research Foundation.

Heiser, C. 1964. Origin and variability of the pepino (*Solanum muricatum*): a preliminary report. *Baileya*, 12.

Hermann, M. 1988. *Beiträge zur Oekologie der Frucht Ertragsbidung von* Solanum muricatum. Berlin, Technical University.

Holdridge, L.R. 1947. Determination of world plant formations from simple climatic data. *Science*, 105(2727): 367-368.

León, J. 1964. Plantas alimenticias andinas. IICA *Boletín técnico*, 6.

León J. 1968. *Fundamentos botánicos de los cultivos subtropicales*. San José, Costa Rica, IICA/OEA.

National Research Council. 1989. *Lost crops of the Incas: little known plants of the Andes with promise for worldwide cultivation*. Washington, DC, National Academy Press.

McBride, J.F. 1962. Solanaceae. In *Flora of Peru*, Vol. XIII, Part V-B n° 1. Field Museum of Natural History.

Parodi, J. 1959. *Enciclopedia argentina de agricultura y jardinería,* Vol. I. Buenos Aires, ACME.

Pulgar Vidal, J. 1987. *Geografía del Perú: las ocho regiones naturales.* Lima, PEISA.

Purseglove, J.W. 1968-1969. *Tropical crops: dicotyledons.* Londres, Longman.

Rodríguez, R. & Peña Segura, J.O. 1984. *Flora de los Andes.* Departamento Nacional de Planificación. Colombie, Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los ríos Bogotá, Ulbaté y Suárez.

Sociedad Protectora de la Naturaleza. 1988. *Plaza San Francisco – Jardín Botánico de la Flora Nativa.* Cuzco, Pérou.

Soukup, J. SDB. 1970. *Vocabulario de los nombres vulgares de la flora peruana.* Colegio Salesiano. Lima.

Storey, W.B. 1976. Papaya. *Carica papaya* (Caricaceae). *In* N.W. Simmonds, éd., *Evolution of crop plants,* p. 21-24. Londres, Longman.

Weberbauer, A. 1945. *El mundo vegetal de los Andes peruanos.* Lima, Ministère de l'Agriculture.

L'agriculture amazonienne et caraïbe

Les cultures de l'Amazonie et de l'Orénoquie: origine, décadence et avenir

Au cours des 10 000 années écoulées, les paysages de l'Amazonie et de l'Orénoquie ont été dominés par des forêts de nombreux types, principalement des forêts humides, bordées par des champs au sud et au nord-ouest. Une zone aussi immense, qui occupe presque la moitié de l'Amérique du Sud si l'on y inclut les forêts tropicales des Guyanes, peut être considérée comme l'Amazonie écologique. Outre qu'elle est écologiquement continue, elle présente des liaisons saisonnièrement navigables entre les trois grands bassins hydrographiques: Orénoque, Amazone et Paraguay. L'Amazonie et l'Orénoquie sont unies physiquement et écologiquement, aussi peut-on raisonnablement supposer qu'elles l'étaient également sur le plan cultural.

Les récentes trouvailles archéologiques du nord-ouest du Brésil suggèrent que les Amérindiens ont découvert l'Amérique du Sud il y a 40 000 à 50 000 ans. Leurs migrations et leur développement culturel et cultural peuvent être délimités avec une certaine précision pour les 5 000 à 10 000 dernières années, à travers l'étude des langues, de l'archéologie et de l'histoire agricole (plantes cultivées et autres plantes utiles).

Lathrap a émis l'hypothèse que l'Amazonie était un important centre d'origine de l'agriculture. Son interprétation des vestiges archéologiques a identifié l'Amazonie centrale comme le centre primaire. La phytogéographie des plantes domestiquées par les Amérindiens suggère que la zone de principale diversité génétique est le nord-ouest de l'Amazonie. La domestication des plantes médicinales ou magiques, ou ayant d'autres usages, appuie cette hypothèse, de même que la diversité génétique du manioc (*Manihot esculenta*), principale contribution de l'Amazonie écologique à l'agriculture mondiale.

Aujourd'hui, il devient de plus en plus évident que l'adaptation des Amérindiens aux écosystèmes de l'Amazonie et de l'Orénoquie a été beaucoup plus complexe que ce que l'on peut en déduire de l'analyse de leurs techniques agricoles. Au moment du contact avec les Européens, d'après Denevan, l'Amazonie comptait au moins 5 à 6 millions d'habitants. Il y en avait peut-être 2 millions de plus dans d'autres parties de l'Amazonie écologique. La pression que cette population exerçait était très limitée par rapport à la capacité de charge de la région. Cette situation contraste avec celle qui prévaut aujourd'hui: une population de 20 à 30 millions d'habitants vivant dans la pauvreté; des noyaux urbains obligés d'importer aliments et matériaux; une sévère dégradation de l'environnement.

Cinquante ans après le premier contact, on reconnaît que les habitants d'origine de l'Amazonie possédaient des connaissances agroécologiques sans égales, surtout si on les compare à celles qui existent aujourd'hui dans la région. De même, les civilisations andines furent plus avancées à beaucoup d'égards que les aventuriers européens qui les conquirent. Il est aujourd'hui difficile de pratiquer une agriculture modérément durable en Amazonie, et on est très loin de voir se développer

---

L'auteur de ce chapitre est C.R. Clement (Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Brésil).

des agroécosystèmes autodurables dans les tropiques humides, en raison de la pression démographique et du modèle économique choisi. Tout ce que l'on pourra apprendre des derniers Amérindiens aidera à implanter des systèmes plus durables du point de vue écologique, économique et social.

Il est toutefois indispensable de prendre conscience du fait que la conservation culturale est aussi importante en Amazonie que la conservation biotique. Avec l'élimination des populations indigènes, on a perdu beaucoup de connaissances de type écologique et agroécologique. Les 300 000 à 700 000 personnes qui aujourd'hui habitent la région sont appauvries physiquement et culturellement.

ORIGINES DE L'AGRICULTURE ET DIVERSITÉ GÉNÉTIQUE

Les dates très précoces de la découverte de l'Amérique du Sud par les Amérindiens modifient l'idée qu'on s'était faite du temps où a eu lieu l'adaptation humaine à la forêt humide.

La pénétration et la colonisation de cette zone par les chasseurs-cueilleurs dépendait de la distribution et de la disponibilité des ressources alimentaires. Au cours de la saison des pluies, il y avait en abondance des fruits et des noix qui pouvaient alimenter d'importantes populations, particulièrement dans les régions situées le long des fleuves, mais pendant la saison sèche les ressources végétales étaient réduites.

La population amérindienne récemment arrivée était cependant peu nombreuse. La pêche en Amazonie était elle aussi saisonnièrement abondante et représentait une importante source de protéines que l'on obtenait facilement avec des techniques simples.

La combinaison de fruits, noix, poissons, reptiles et mammifères constituait une concentration très intéressante de ressources naturelles. On peut supposer que la colonisation de l'Amazonie a commencé dès que ces ressources ont été découvertes. Selon Lathrap, dans un environnement comme la forêt tropicale, avec des ressources rares pendant certaines saisons de l'année, il est très probable que les Amérindiens ont essayé de concentrer ces ressources en plantant des végétaux alimentaires (arbres et arbustes fruitiers, noix, feuilles, racines) et d'autres végétaux ayant divers usages dans des lieux plus accessibles. Si les fruits et les noix ont été l'un des aliments principaux au cours de la saison des pluies, ces espèces ont probablement été les premières à recevoir des soins, tandis que les racines ont dû être domestiquées plus tard. Ces pratiques ont évolué ultérieurement vers les systèmes complexes d'agrosylviculture et d'aménagement forestier que l'on rencontre aujourd'hui en Amazonie et en général dans les régions néotropicales.

L'agrosylviculture est un système très efficace pour améliorer les cultures, puisqu'il permet un progrès génétique rapide s'il existe une diversité suffisante. Au long des millénaires, s'est développée la base génétique nécessaire pour modifier et domestiquer complètement de nombreuses espèces annuelles et pérennes en Amazonie.

Se fondant sur les cultures fruitières pérennes domestiquées et semi-domestiquées, l'auteur a émis l'hypothèse de la création d'un centre de diversité génétique dans le nord-ouest de l'Amazonie, tout en reconnaissant qu'il existe une grande diversité en dehors de ce centre. Le tableau 6 présente 21 espèces pérennes, fruitières et à usage industriel de l'Amazonie et de l'Orénoquie qui soutiennent l'hypothèse de ce centre de diversité ou d'une domestication très précoce dans l'Amazonie écologique en dehors de ce centre.

Le manioc, la patate douce (*Ipomoea batatas*), le chou caraïbe (*Xanthosoma sagittifolium*) et d'autres racines moins importantes sont devenus la base alimentaire de la région et ont été apportés à d'autres régions des néotropiques, puis plus tard dans le reste du monde. Bien que l'arbre à coca

FIGURE 22

Région amazonienne et caraïbe



TABLEAU 6 **Cultures fruitières et cultures technologiques pérennes domestiquées et semi-domestiquées en Amazonie et en Orénoquie**

Espèce	Famille	Origine probable
Ananas comosus	Broméliacées	Sud-ouest de l'Amazonie
Annona muricata	Anonacées	Amérique du Sud (partie septentrionale)
Bactris gasipaes	Palmiers	Sud-ouest de l'Amazonie
Bixa orellana	Bixacées	Amérique du Sud (partie septentrionale)
Borojoa sorbilis	Rubiacées	Ouest de l'Amazonie
Carica papaya	Caricacées	Amérique du Sud (partie septentrionale)
Crescentia cujete	Bignoniacées	Ouest de l'Amazonie
Eugenia stipitata	Myrtacées	Ouest de l'Amazonie
Genipa americana	Rubiacées	Néotropiques
Lonchocarpus utilis	Légumineuses	Ouest de l'Amazonie
Macoubea witotorum	Apocinacées	Amazonie centrale
Passiflora edulis	Passifloracées	Amérique du Sud (partie septentrionale)
Paullinia cupana	Sapindacées	Amazonie centrale
Poraqueiba sericea	Icacinacées	Ouest de l'Amazonie
Pourouma cecropiaefolia	Moracées	Nord-ouest de l'Amazonie
Pouteria caimito	Sapotacées	Amérique du Sud (partie septentrionale)
Quararibea cordata	Bombacacées	Nord-ouest de l'Amazonie
Rollinia mucosa	Anonacées	Amérique du Sud (partie septentrionale)
Solanum sessiliflorum	Solanacées	Nord-ouest de l'Amazonie
Theobroma bicolor	Esterculiacées	Néotropiques
Theobroma cacao [1]	Esterculiacées	Nord-ouest de l'Amazonie

[1] Bien que le cacao n'ait pas été domestiqué en Amazonie, on l'inclut en raison de sa grande richesse génétique dans cette région.

(*Erythroxylum coca*) soit considéré comme une culture andine, il existe aussi une variété domestiquée dans les basses terres, l'Ipadu. Les plantes servant à des usages rituels et médicinaux en Amazonie, domestiquées ou semi-domestiquées, importantes pour les cultures amérindiennes, présentent elles aussi des potentialités d'exploitation dans la société moderne.

DÉCADENCE DE L'AMAZONIE ET DE L'ORÉNOQUIE

La décadence des sociétés amérindiennes de l'Amazonie écologique a commencé avant le premier contact direct avec les aventuriers européens. L'ampleur de cette décadence avant 1542, date à laquelle Francisco de Orellana a descendu les fleuves Napo et Amazone, n'est pas connue, mais on croit que les maladies européennes sont parvenues à l'intérieur de la région avant les Espagnols et les Portugais, en provenance des Andes et surtout des Caraïbes.

Bien que le dépeuplement soit le principal indicateur de la perte de connaissances culturales, un meilleur indice est le nombre de tribus annihilées au cours de ce processus, puisque la disparition d'un groupe ethnique signifie que toutes ses connaissances acquises et la majorité de ses instruments agricoles, ainsi que les variétés culti-

vées, se sont aussi effacées. Avec une perte de 90 à 95 pour cent de la population initiale on peut estimer qu'au moins 80 pour cent des groupes ethniques ont disparu.

Selon Lathrap, en Amazonie occidentale, la nation omagua a été détruite en totalité 100 à 200 ans après l'arrivée des Européens. Carvajal, chroniqueur de l'expédition d'Orellana, rapporte que dans les villages il y avait des plantations d'arbres fruitiers de nombreux types, ce qui indique évidemment que c'étaient des éléments importants de l'alimentation amazonienne. Heureusement, de nombreux cultivars de manioc, y compris ceux provenant des zones inondables que l'on récolte en six mois, et les cultivars de nombreux arbres ou arbustes fruitiers ont subsisté dans la région, indice troublant de ce qu'était la situation avant le contact avec la population amazonienne.

Chaque groupe tribal avait son propre patrimoine de connaissances sur les plantes utiles et cultivées, initialement tirées des forêts qui l'entouraient ou importées d'autres régions sous forme cultivée ou domestiquée. Chaque nation amérindienne peut être considérée comme une source de savoir différent. Ce qui reste des rares plantes qui subsistent doit être conservé, non seulement pour des raisons éthiques évidentes, mais aussi pour des raisons économiques relatives à l'avenir de l'Amazonie. Cela étant, la décadence de l'Amazonie écologique n'a pas encore atteint son point maximal, et l'érosion de la diversité génétique et de sa biodiversité s'est accélérée ces dernières années.

ÉROSION ACTUELLE DES RESSOURCES GÉNÉTIQUES ET CULTURALES

Quelques-uns des gouvernements des pays amazoniens commencent à aider les derniers Amérindiens à résister à l'acculturation continue, surtout en Colombie. Bien que l'acculturation et la diminution de la population soient les principales raisons de l'érosion des ressources génétiques, l'intégrité de ces ressources est menacée aussi par d'autres facteurs. La principale menace est l'exode rural des paysans amazoniens, pour la plupart de descendance amérindienne. Le problème est particulièrement grave au Brésil, où on les appelle *caboclos*. Dans les régions où les Amérindiens ont été éliminés, ou qu'ils ont abandonnées, les *caboclos* sont les héritiers des restes du patrimoine amérindien, qui comprend les cultures. Quand les *caboclos* émigrent, les cultures disparaissent du fait de la concurrence de la végétation secondaire. La civilisation *cabocla* doit aussi être conservée, grâce à un effort des gouvernements, en particulier par des programmes de développement qui permettent à la population de conserver son style de vie.

Une autre menace est constituée par l'immigration de groupes non amazoniens. En Amazonie hispanophone, ce sont des paysans andins ou côtiers qui s'installent avec l'appui de leur gouvernement ou simplement parce qu'ils ont abandonné les montagnes toujours plus pauvres pour les basses terres supposées être plus riches. En Amazonie brésilienne, ce sont les paysans expulsés des terres fertiles du sud qui viennent à la recherche de terres nouvelles pour vivre. Aucun de ces groupes ne connaît l'écosystème amazonien ni ne cherche à profiter de l'expérience des experts locaux, amérindiens et *caboclos*.

Les grandes haciendas d'élevage et autres projets de développement (mines, systèmes hydroélectriques) constituent encore une autre menace, puisqu'ils déboisent de vastes superficies pour obtenir des revenus à court terme. Ces projets sont des agents actifs de l'acculturation des Amérindiens, de l'exode rural et de l'immigration de non-amazoniens. Ils sont promus par tous les gouvernements de la région, souvent au moyen de subventions directes. Les calculs récents publiés par Fearnside indiquent qu'entre 6 et 8 pour cent de l'Amazonie brésilienne ont été déboisés et consacrés en majeure partie à l'élevage dans le cadre de

projets de grande ampleur, ou qu'elle est tellement dégradée qu'elle ne permet plus un soutien adéquat des populations humaines.

La conservation des ressources génétiques et culturales, et de toute la biodiversité en général, ne sera possible que si elle se fait dans le cadre d'un programme régional de développement. Une agriculture viable, permanente et variée doit être la base de ce programme, qui n'est réalisable que si l'on développe des espèces et des technologies nouvelles. Beaucoup de ces espèces existent déjà et d'autres peuvent être facilement trouvées parmi les espèces natives exploitées, cultivées et domestiquées en Amazonie. Les technologies doivent être développées à partir des techniques et cultures indigènes et *caboclas*, moyennant les modifications nécessaires pour répondre aux besoins des populations plus nombreuses d'aujourd'hui et de demain dans une économie de marché.

CULTURES ET ESPÈCES SAUVAGES QUI MÉRITENT L'ATTENTION

L'Amazonie écologique a fourni à l'agriculture mondiale diverses cultures importantes et peut encore en offrir beaucoup d'autres si la recherche scientifique et l'action entrepreneuriale s'orientent vers cet objectif. Le manioc a déjà été mentionné; on le considère comme la sixième culture par ordre d'importance dans l'alimentation mondiale. Le chou caraïbe (*Xanthosoma sagittifolium*), la noix du Brésil (*Bertholletia excelsa*), les piments (*Capsicum* spp.), l'ananas (*Ananas comosus*), le cacao (*Theobroma cacao*) et l'hévéa (*Hevea brasiliensis*) sont originaires de cette région. On ne traitera dans cette section que de quelques groupes d'espèces pérennes présentant un potentiel d'utilisation plus vaste.

Les palmiers constituent un groupe naturel qui réunit au moins une douzaine d'espèces à fort potentiel. Le palmier pêche ou pejibaie (*Bactris gasipaes*) est l'unique palmier des néotropiques qui ait été domestiqué et qui ait divers usages potentiels dans l'agriculture moderne comme en agriculture de subsistance.

Le complexe *Jessenia/Oenocarpus* contient divers palmiers qui ont été très importants pour la subsistance dans la région. *Jessenia bataua* contient dans son mésocarpe une huile qui est pratiquement indistinguable de l'huile d'olive (*Olea europea*) et qui, de plus, constitue une protéine d'excellente qualité. Le genre *Astrocaryum* est très populaire grâce à ses fruits qui se consomment frais; certaines espèces ont un potentiel de cultures oléagineuses. *Mauritia flexuosa* et *Euterpe oleracea* sont des espèces dominantes dans les plaines d'inondation des grands fleuves, où la majorité des cultures agricoles ne prospèrent pas, et produisent des quantités énormes de fruits moyennant peu de soins et aucun engrais. *E. oleracea* est l'espèce qui produit la plus grande quantité de cœur de palmier pour le marché mondial. *Orbignya phalerata* est une autre espèce dominante que l'on rencontre aux limites méridionales de l'Amazonie et qui produit des millions de tonnes de fruits riches en huile et en amidon, avec un endocarpe ligneux excellent pour la préparation de charbon. D'autres palmiers offrent des fruits, des fibres et des matériaux de construction, et présentent un énorme potentiel comme arbres d'ornement.

Il existe de nombreuses noix et espèces à graines similaires. La plus connue est la noix du Brésil, plantée et utilisée largement par les Amérindiens et autres habitants de la région et exportée sur le marché international. Une espèce connexe est le canari macaque ou noix de sapucaia (*Lecythis pisonis*), qui a un meilleur goût mais qui est très difficile à cueillir car le fruit ne tombe pas de l'arbre lorsqu'il est mûr. Au nord, la noisette indienne, (*Caryocar nuciferum*) a autrefois été importante et peut le redevenir. Au Pérou, une espèce affine, *Caryocar glabrum*, est largement utilisée et peut se convertir en culture d'exportation si l'on procède aux recherches voulues. *Ca-*

ryodendron orinocensis est une espèce prometteuse qui fait actuellement l'objet d'une certaine attention en Colombie. *Couepia longipendula*, présente à Manaos, se distingue par sa saveur délicate, sa précocité et sa croissance en culture. L'anacardier (*Anacardium occidentale*) est natif le long de la côte brésilienne au sud de l'Amazonie écologique; il existe au moins deux espèces affines des forêts humides qui mériteraient d'être étudiées. D'autres espèces de noix doivent faire l'objet d'études scientifiques et de marché, en raison de leur facilité de préparation, d'utilisation et de commercialisation.

Divers arbres fruitiers à mésocarpes riches en huile et en amidon ont constitué d'importantes ressources natives exploitées et cultivées par les Amérindiens. On trouve dans ce groupe l'umari d'Amazonie (*Poraqueiba sericea*), un arbre fruitier cultivé dont l'origine n'est pas connue. Il est domestiqué et largement planté dans toute la région et constitue la base d'un système agroforestier orienté vers le marché d'Iquitos au Pérou. *Caryocar villosum* est utilisé principalement pour son mésocarpe qui contient de l'huile et de l'amidon et possède une noix de saveur excellente.

Les fruits succulents et aromatiques sont abondants et peuvent offrir de nouvelles options aussi bien sur le marché des fruits frais que sur celui des fruits transformés. L'ananas Smooth Cayene est originaire de l'Orénoquie et c'est le cultivar prédominant dans le monde entier, surtout pour la transformation.

Parmi les nombreuses espèces domestiquées ou cultivées étudiées par Cavalcante (1988), on ne peut en mentionner ici que quelques-unes. La sapote d'Amérique du Sud (*Quararibea cordata*) possède une peau élastique qui en permet le transport et le stockage dans des conditions faciles; sa pulpe orangée est sucrée et succulente. Le goyavier (*Eugenia stipitata*) a un arôme délicieux et une saveur exquise, mais très acide; il présente néanmoins un grand potentiel pour la transformation dans l'industrie agroalimentaire. Le camucamu (*Myrciaria dubia*) est l'espèce sauvage qui, de tous les fruits, contient la plus grande quantité de vitamine C (± 4 g pour 100 g). Le cupuassu (*Theobroma grandiflorum*) est une espèce affine au cacao dont la pulpe possède une saveur forte, aigre-douce, très appropriée pour les jus ou les glaces.

Les espèces riches en divers types d'huiles essentielles sont courantes en Amazonie écologique, ainsi que d'autres productrices d'huiles, de résines, de gommes et de latex. Le bois Marie (*Aniba roseodora*), déjà pratiquement éteint du fait d'une exploitation destructrice, est utilisé pour obtenir une huile essentielle très demandée sur le marché des parfums. On a observé que les feuilles contiennent même plus d'huile que le tronc et permettraient une récolte durable au lieu d'une récolte destructrice. *Copaifera multijuga* produit une oléorésine liquide qui provient directement du tronc; on peut l'utiliser comme substitut du diesel; elle a en outre un usage médicinal et on étudie son application dans l'industrie cosmétique. La sorva (*Couma utilis*) exsude une gomme non élastique que l'on utilise dans le chewing-gum. La gomme synthétique est le composant de la majorité des gommes à mâcher, mais la gomme de sorva n'a pas encore été synthétisée et on la recueille à partir des arbres sauvages. Malheureusement, sa collecte est également destructive, bien que l'on ait démontré qu'on pourrait la réaliser de façon durable comme celle du caoutchouc.

Il existe plus d'une centaine d'espèces donnant du bois de charpente, bien qu'une vingtaine seulement soient largement commercialisées. Comme les réserves d'Asie et d'Afrique s'épuisent, l'Amazonie se transforme en foyer d'exploitation excessivement destructrice, puisque jusqu'à aujourd'hui aucun des gouvernements de la région n'a fermement réglementé l'activité forestière. Les ressources génétiques s'érodent très

rapidement, et ce processus ne pourra être stoppé que si l'aménagement forestier se substitue à l'exploitation.

Ce chapitre a traité essentiellement des espèces pérennes, sauvages et cultivées puisque la forêt doit être conservée non seulement parce qu'elle est un élément important de l'équilibre écologique de la planète, mais aussi parce qu'elle contient des produits et des systèmes naturels et artificiels irremplaçables. La seule manière de la conserver est de trouver des modèles de développement qui considèrent que les écosystèmes forestiers et leurs activités connexes sont plus précieux que le bois coupé ou les terrains occupés par des pâturages. Il faut que les gouvernements des pays de l'Amazonie élaborent des programmes de développement durable qui soient justes pour tous les habitants de la région.

NOUVELLES ORIENTATIONS POUR LE DÉVELOPPEMENT AGRICOLE NÉOTROPICAL

Reconnaître la valeur des forêts est essentiellement une question politique puisque les études ont montré que les produits extraits et la gestion forestière scientifique présentent une plus grande valeur à long terme que n'importe laquelle des autres solutions pratiquées actuellement en Amazonie écologique. C'est particulièrement évident lorsqu'un système de collecte bien planifié ou l'aménagement forestier scientifique se comparent à l'agriculture conventionnelle dans les sols pauvres. La collecte à partir de populations sauvages est souvent considérée comme un système imparfait qu'il faut dépasser par le développement. Cependant, les défauts de ce mode d'exploitation proviennent plutôt de l'objectif que l'on donne à la planification au niveau des gouvernements et des organismes de développement international, qui le considèrent essentiellement comme une stratégie de subsistance étroitement liée à la pauvreté rurale. En réalité, la collecte, comme l'ont montré Altieri, Merrick et Anderson (1987) peut se convertir en un facteur économique important, et, dans le cadre rural, c'est déjà une activité qui maintient de nombreuses familles loin de la pauvreté absolue.

Il est évident qu'il sera impossible de conserver toute la superficie forestière de l'Amazonie, car l'abattage est très rapide, et il serait difficile de stopper immédiatement sa destruction. Mais ce qui est plus important, c'est qu'il n'existe pas d'autres solutions ayant fait leurs preuves qui puissent gagner l'appui des gouvernements et des habitants. C'est pourquoi les institutions scientifiques de l'Amazonie et leurs collaborateurs dans d'autres régions devraient développer un programme comportant trois objectifs simultanés, afin d'identifier pour le marché un bon nombre de nouvelles cultures. Ce programme comprendrait l'agriculture traditionnelle (monoculture), l'agrosylviculture et l'aménagement forestier polyvalent; son objet serait les cultures pérennes en remplacement des annuelles.

L'agriculture traditionnelle n'appelle pas de commentaires, car toutes les institutions de la région la connaissent bien. Cependant, toutes les espèces natives ne servent pas pour ce modèle d'agriculture, puisque, lorsqu'on les plante en densité supérieure à la normale dans les écosystèmes ou les agroécosystèmes traditionnels, elles peuvent être vulnérables aux parasites et aux maladies qui ont évolué avec elles. Un exemple en est *Caryodendron orinocensis*, du nord-ouest de l'Amazonie, qui pousse en faible densité dans la forêt ou dans les systèmes agrosylvicoles indigènes. Lorsque la société Aracuara a organisé une collecte de matériel génétique à San José de Guaviare et en a entrepris une monoculture bien conçue, *C. orinocensis* a été immédiatement attaquée par une chenille des feuilles qui a pratiquement paralysé la pousse des plantes et rendu impossible la détermination de leurs caractéristiques et leur évaluation. Ce type de problème

pourrait se produire dans beaucoup d'espèces indigènes, et c'est la raison principale pour laquelle il faut entreprendre un programme à trois volets.

«Agrosylviculture» est le nom nouveau d'une pratique très ancienne qui combine diverses cultures dans une unité écologiquement intégrée. L'agrosylviculture indigène – pratique agricole traditionnelle de l'Amazonie écologique – est l'une des formes de ce type d'exploitation. Dans le monde entier, l'agrosylviculture est une pratique des petits agriculteurs, car la main-d'œuvre y est relativement intensive. Cela contraste avec l'agriculture traditionnelle du monde développé, où c'est le capital qui est intensif. Le développement peut aussi se fonder sur la main-d'œuvre au lieu du capital, surtout du fait que la main-d'œuvre est relativement abondante dans les néotropiques, tandis que le capital est plus rare.

L'aménagement forestier polyvalent est une pratique permettant de gérer une section de la forêt au profit du plus grand nombre de personnes. L'aménagement forestier traditionnel, au contraire, a souvent exclu les habitants originaires de la région pour ne profiter qu'aux grands propriétaires et aux sociétés. Un système d'aménagement forestier polyvalent devrait être orienté vers l'enrichissement de la forêt par des espèces productrices de fruits, de noix, de latex et d'huiles essentielles, ainsi que des espèces à bois d'œuvre. Ainsi, la forêt peut être exploitée de façons diverses toute l'année pour profiter aux communautés qui y habitent au lieu de ne profiter qu'à quelques-uns. Les réserves du Brésil peuvent évoluer vers ce type de système, bien que les études nécessaires doivent être plus importantes que pour les deux autres volets cités.

L'agrosylviculture et l'aménagement forestier polyvalent exigent une étude multidisciplinaire qui doit commencer par l'ethnobiologie et étudier les coutumes et pratiques agricoles des Amérindiens et des *caboclos*. Généticiens, horticulteurs et sylviculteurs doivent améliorer non seulement le matériel génétique utilisé, mais aussi les systèmes d'exploitation indigènes, qui ne sont peut-être pas suffisamment orientés vers le marché, afin qu'ils deviennent attrayants pour la majorité des agriculteurs, vulgarisateurs et planificateurs des gouvernements. Ces activités doivent être menées en collaboration avec les entreprises, de manière que les priorités soient établies en fonction du marché.

Le développement futur de l'Amazonie écologique doit être conçu de façon à profiter aux habitants de la région sans dégradation de l'environnement naturel. La biodiversité et la conservation de la diversité culturale et génétique doivent être les éléments essentiels de ce programme. La forêt doit être reconnue comme une ressource précieuse, et les pratiques agricoles, agrosylvicoles et d'aménagement doivent être conçues pour pouvoir l'exploiter de façon rationnelle au lieu de l'éliminer.

Bibliographie

Altieri, M.A., Merrick, L.C. & Anderson, M.K. 1987. Peasant agriculture and the conservation of crop and wild plant resources. *Conserv. Biol.*, 1: 49-58.

Cavalcante, P.B. 1988. *Frutas comestíveis da Amazônia*, 4e éd. Souza Cruz, Belém, Brésil, Museu Paraense Emilio Goeldi.

Clement, C.R. 1988. Domestication of the pejibaye (*Bactris gasipaes*): past and present. *Adv. Econ. Bot.*, 6: 163-180.

Clement, C.R. 1989. A center of crop genetic diversity in western Amazonia. *Bioscience*, 39: 624-631.

Clement, C.R. 1991. Amazonian fruits: neglected, threatened and potentially rich resources require urgent attention. *Diversity*, 7: 56-59.

Denevan, W.M. 1976. The aboriginal population of Amazonia. *In* W.M. Denevan, éd., *The native population of the Americas in 1492*,

p. 205-234. Madison, University of Wisconsin Press.

Fearnside, P.M. 1988. An ecological analysis of predominant land uses in the Brazilian Amazon. *The Environmentalist*, 8: 281-300.

Lathrap, D.W. 1977. Our father the Cayman, our mother the gourd: Spinden revisited, or a unitary model for the emergence of agriculture in the New World. *In* C.A. Reed, éd., *Origins of agriculture*, p. 713-752. La Haye. Mouton.

Cupuassu (*Theobroma grandiflorum*)

Nom botanique: *Theobroma grandiflorum* (Wild. ex Spring) Schumann
Famille: esterculiacées
Nom commun. *Français:* cupuassu; *portugais:* cupuaçu

Theobroma grandiflorum est un arbre fruitier considéré comme espèce cultivée à l'époque précolombienne, que l'on rencontre encore à l'état sauvage dans la sous-région orientale de l'Amazonie brésilienne. Divers auteurs estiment que c'est l'un des fruits les plus prometteurs de la riche flore amazonienne, dont on a décrit 271 espèces fruitières. L'analyse du potentiel des espèces fruitières natives d'Amazonie a conduit l'auteur à proposer quatre groupes prioritaires: 14 espèces considérées comme domestiquées, parmi lesquelles le cupuassu; 19 espèces semidomestiquées; 12 espèces non domestiquées, mais présentant un potentiel reconnu de domestication; 13 espèces de palmiers.

Description botanique

T. grandiflorum est une espèce arborée qui atteint 15 à 20 m de haut, mais moins de 8 m en culture. La ramification est trichomique; les feuilles sont simples, alternées et coriaces, de 25 à 35 cm de long et 6 à 10 cm de large, à face brillante et pubescente et envers gris. Les inflorescences en cyme ont de trois à cinq fleurs, avec cinq pétales subtrapézoïdaux de couleur violet foncé, un calice à cinq sépales triangulaires, cinq étamines à anthères biloculaires, cinq staminodes et un ovaire supérieur pentagonal à cinq loges pourvu de nombreux primordiums séminaux. La pollinisation est autogame (surtout par les fourmis et aphidiens), avec anthèse vespérale. Le fruit en drupe a une odeur intense et agréable; il est lisse extérieurement, ellipsoïdal, de 25 cm de long sur 12 cm de large, et pèse jusqu'à 1,5 kg. L'endocarpe est blanc, mou, à saveur acidulée; il contient de 25 à 50 graines superposées en cinq rangées. Les fruits se récoltent à maturité, lorsqu'ils tombent.

Ecologie et phytogéographie

A l'état sauvage, le cupuassu pousse dans les forêts primaires des hautes terres, dans des sols fertiles et bien drainés. Il est plus fréquent dans le sud de l'Etat de Pará, sur le bord des fleuves Tapajós, Tocantins, Xingu et Guama, et se rencontre jusqu'au nord-est de l'Etat de Maranhão au bord des fleuves Turiaçu et Pindaré. Il requiert des températures annuelles moyennes situées entre 21 et 27 °C, une humidité relative moyenne annuelle de 77 à 88 pour cent, une pluviosité de 1 900 à 3 000 mm. On le cultive dans les petits jardins familiaux et en plantations commerciales dans l'est de l'Amazonie au Brésil.

Diversité génétique

On a décrit 20 espèces différentes de *Theobroma*, mais on n'en accepte que 12; parmi celles-ci, 9 sont natives de l'Amazonie, et c'est pourquoi le centre de dispersion génétique paraît se situer dans la partie occidentale de la région. La limite

L'auteur de ce chapitre est D. Giacometti (CENARGEN/EMBRAPA, Brasília, Brésil).

de distribution des espèces de *Theobroma* va à l'est jusqu'à l'Etat de Maranhão, à l'ouest jusqu'au pied des Andes au Pérou, au nord jusqu'au sud du Mexique, et au sud jusqu'à la Bolivie et, au Brésil, jusqu'au sud de l'Etat de Mato Grosso.

Le genre *Theobroma* est typiquement néotropical, réparti dans la forêt tropicale humide de l'hémisphère occidental entre 18° de latitude nord et 15° de latitude sud. La région la plus riche en espèces se situe entre le Costa Rica et le nord-est de la Colombie, avec cinq sections et 20 espèces. *T. grandiflorum* appartient à la section *Glossopetalum*, composée de 11 espèces; *T. cacao* est l'unique espèce de la section *Theobroma*.

Quatre espèces de *Theobroma* ont été décrites comme productrices de pulpe comestible: *T. grandiflorum*, *T. canumanense* Pires & Froes, *T. subincanum* Martius (Cupúi au Brésil et Cacau de monte en Colombie) et *T. bicolor* Humb. & Bonpl., qui est un petit arbre que l'on trouve depuis l'Amazonie occidentale jusqu'au sud du Mexique. On prépare également du chocolat avec les graines de ces espèces. Les bassins des fleuves Napo, Putumayo et Caquetá en haute Amazonie paraissent être le centre de diversité génétique de *T. cacao*, mais celui de *T. grandiflorum* se trouve dans le sud du Pará au Brésil, ainsi qu'à Tocantins, Tapajós, Xingu et Guama. Au Pará, on connaît trois cultivars de cupuassu: Redondo, dont l'extrémité est arrondie et qui est le plus courant; Mamorano, qui présente une pointe à l'extrémité et produit les fruits les plus grands; et Mamau, qui est peut-être un mutant parthénocarpique. Les hybrides artificiels entre *T. grandiflorum* et *T. obovatum* produisent des fruits qui présentent les caractéristiques du cupuassu, mais plus petits et qui résistent au «balai de sorcière».

En Amazonie brésilienne, il existe trois collections de matériel génétique de cupuassu. La principale se trouve à l'INPA, près de Manaos, avec 27 échantillons. Le CPATU, à Belém, conserve une collection de 13 échantillons, et le Département spécial de l'Amazonie dépendant du CEPEC, qui à son tour dépend de la CEPLAC, a créé depuis 1976 une banque de gènes du cacao à Belém, avec 1 749 échantillons de *T. cacao* recueillis en Amazonie, sept espèces de *Theobroma* avec trois génotypes de *T. grandiflorum* et trois de *Herrania*.

Le cupuassu souffre d'une forte érosion génétique. Son centre de diversité se trouve dans une sous-région du sud de Pará, où la destruction de son habitat a été intense du fait de la déforestation ainsi que de la construction du barrage de Tucuruí, qui a inondé 2 300 km^2 de végétation primaire dans le bassin du fleuve Tocantins où l'espèce est encore abondante à l'état sauvage.

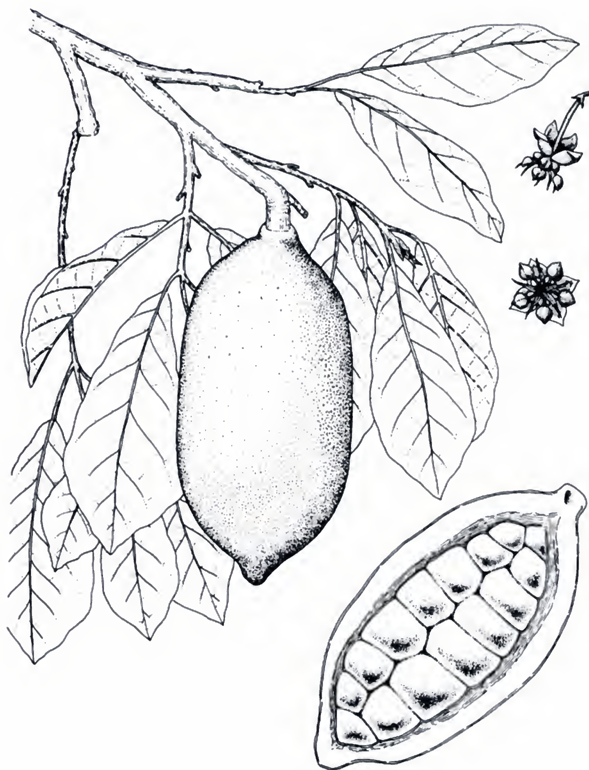
Pratiques culturales

Techniques traditionnelles de multiplication. Le cupuassu se multiplie généralement par semences, mais des variétés comme Mamau, sans graines, se multiplient par boutures ou greffes. Les semences, comme dans toutes les espèces de *Theobroma*, ne résistent pas à la dessication, et il faut les semer dès qu'on les a libérées de la pulpe et qu'on les a lavées. Les pépinières se préparent avec une terre fertile que l'on fume, en la maintenant à l'ombre naturelle ou sous un filet de plastique donnant 75 pour cent d'ombre. On sème de 800 à 1 000 graines par mètre carré en lignes espacées de 5 cm, avec 2 cm entre les graines, et on les couvre d'une couche de terre de 1 cm. La germination prend près de 10 jours. Lorsque les plantules mesurent 10 cm, on les transplante dans des sacs de polyéthylène noirs de 40x30 cm, avec un substrat riche en matières organiques et en engrais. Les plants se conservent en pépinière à mi-ombre (50 pour cent) jusqu'à plantation en place, lorsqu'ils atteignent près de 50 cm.

Pour la multiplication par boutures, on utilise des branches terminales jeunes avec environ cinq feuilles, comme pour le cacao. On coupe les feuilles à moitié et on applique une hormone de

FIGURE 23

Cupuassu (*Theobroma grandiflorum*), fleurs et section du fruit



croissance à la base des boutures, que l'on place dans un «multiplicateur» saturé d'humidité, sous un toit qui produit 75 pour cent d'ombre. Une fois enracinées, on les transplante dans des sacs en polyéthylène noirs et on les maintient en pépinière à l'ombre jusqu'à ce qu'elles soient prêtes pour plantation en place.

La multiplication par greffes exige des porte-greffes obtenus à partir de graines du cupuassu même ou d'autres espèces de *Theobroma*, comme *T. obovatum* qui produit des plantes naines.

Techniques traditionnelles de culture. Un nouveau verger de cupuassu exige une ombre dense les premières années. Si, sur le terrain en question, il pousse encore une végétation arborée primaire, il suffit de procéder à un éclaircissement des arbres les moins gros et des lianes. Dans le cas de terrains déboisés, on plante des arbres temporaires à croissance rapide, par exemple le bananier ou le papayer, ou des arbres fruitiers permanents comme la légumineuse *Inga edulis*. Les distances maximales de plantation pour les pieds francs sont de 7 × 7 m ou de 8 × 8 m, et de 6 × 6 m pour les arbres à greffer. Les fosses de transplantation pourront avoir 40 cm de diamètre et de profondeur, et seront remplies d'une terre riche en matière organique, amendée à l'aide de 10 litres de fumier et 50 g de superphosphate triple. Dans les jardins à ombre naturelle aussi bien qu'à ombre artificielle, après la deuxième année, on diminue progressivement le niveau de protection contre le soleil jusqu'à la quatrième année, où on ne laisse plus que 50 pour cent d'ombre. La lutte systématique contre les mauvaises herbes est importante.

Le cupuassu, comme le cacao, est une plante exigeante en éléments nutritifs et qui nécessite un amendement annuel. Au cours de la phase de croissance, on applique chaque année 50 g de NPK: 12-12-12 + Mg. A partir de la quatrième année, 120 g; au cours de la production, 500 g de la formule 15-15-13 + Mg, répartie en trois applications annuelles complétées par 20 litres de fumier. Les vergers de cultures adultes produisent de 7 à 10 tonnes par hectare et par an.

La maladie la plus grave du cupuassu est le «balai de sorcière», causé par le champignon *Crinipellis perniciosa*, endémique en Amazonie. Il s'attaque surtout aux jeunes branches, aux boutons floraux et aux fruits en développement. Les branches attaquées se gonflent et émettent une grande quantité de pousses qui ressemblent à un balai et qui sèchent ensuite; les boutons floraux touchés émettent de «petits balais». L'arbre malade ne meurt pas mais s'affaiblit progressivement et sa production diminue notablement. Pour lutter contre cette maladie, on recommande la taille systématique des branches malades, au moins deux fois par an.

Situation actuelle de la culture. La culture du cupuassu se concentre au Pará, où elle poursuit son expansion, mais elle existe aussi dans d'autres Etats, par exemple Acre, Amapá, Amazone et Rondônia, toujours dans de petits jardins domestiques et de petites plantations commerciales. La production extractive est néanmoins encore importante. L'arbre a également été introduit dans les tropiques humides de Colombie, du Costa Rica, de l'Equateur, du Pérou et du Venezuela.

Au Pará, la production annuelle atteint près de 500 tonnes. Les communes de Vigia, S. Antonio de Tauá, Tomé-Assu, Cametá et Capitão de Poço sont les principales productrices. L'époque de grande abondance est le premier semestre, avec un maximum entre février et avril.

Produits obtenus. Les études des caractéristiques bromatologiques du cupuassu, dans la perspective de l'industrie des jus, nectars et confitures, montrent que le jus frais contient 10,8 pour cent de brix, 21,9 pour cent d'acides aminés, 23,12 pour cent de vitamine C par milligramme et

3 pour cent de sucres réducteurs, et que le pH est de 3,3. La pulpe constitue 40 pour cent du fruit, et les graines 18 pour cent. Ces dernières contiennent 48 pour cent de matière grasse blanche et parfumée, se prêtant aussi à la fabrication d'un chocolat blanc d'excellente qualité.

On préfère généralement le produit obtenu par dépulpation manuelle, car cela permet de conserver les morceaux, tandis que le dépulpage mécanique produit une pulpe uniforme plus appropriée à la production industrielle de jus et de sorbets.

Perspectives d'amélioration

Le cupuassu occupe une place particulièrement importante dans le groupe des 58 espèces prioritaires. Son potentiel est reconnu et la demande croissante ouvre des possibilités d'industrialisation et d'accès aux grands marchés du centre et du sud du Brésil et de l'extérieur.

Cette culture ne présente pas de limitations importantes pour son expansion en Amazonie brésilienne. La maladie du «balai de sorcière» n'est pas un facteur limitant; le climat adéquat et la disponibilité de terres permettent une expansion considérable de cette culture. Avec son extension en Colombie, au Costa Rica, en Equateur, au Pérou, au Venezuela et au Mexique, il est possible qu'elle arrive à être reconnue comme l'un des meilleurs arbres fruitiers tropicaux.

La culture s'adapte aux petites propriétés agricoles, grâce à sa forte rentabilité et à la sécurité de la demande.

Bibliographie

Addison, G.D.N. & Tavares, A.M. 1961. *Observações sobre as espécies do gênero* Theobroma *que ocorrem na Amazônia.* Boletim Técnico, 3. Belém, Brésil, IAN.

Almeida, C.M.V.C. 1987. *Evolução do programa de conservação dos recursos genéticos de cacau na Amazônia Brasileira.* Boletim Técnico, 5. Belém, Brésil, CEPLAC.

Barbosa, W.C. *et al.* 1978. *Estado tecnológico das frutas da Amazônia.* Comunicado Técnico, 3. Belém, Brésil, CPATU/EMBRAPA.

Bernoulli, G. 1869. Übersicht der bis jetzt bekannten Arten von *Theobroma. Neue Denkschriften der Allgemeinem Schweizerischen Gesellschaft für die Gesammten Naturwissenschafter*, 243: 1-15. Zurich.

Calzavara, B.B.G., Müller, C.H. & Kahwage, O.N.C. 1984. *Fruticultura tropical. O cupuaçuzeiro.* Belém, Brésil, CPATU.

Cavalcante, P.B. 1988. *Frutas comestíveis da Amazônia*, 4e éd. Souza Cruz, Belém, Brésil, Museu Paraense Emilio Goeldi.

Cheesman, E.I. 1944. Notes on the nomenclature, classification and possible relationships of cacao populations. *Trop. Agric.*, 21: 144-159.

Cuatrecasas, J. 1964. Cacao and its allies. A taxonomic revision of the genus *Theobroma. Proc. US Natl. Herb.*, 35: 380-613.

Diniz, T.D. de A.S. *et al.* 1984. *Condições climáticas em áreas de ocorrência natural e de cultivo de guaraná, cupuaçu, bacuri e castanha-do-Brasil.* Belém, Brésil, EMBRAPA/CPATU.

Ducke, A. 1940. As espécies brasileiras de cacau gênero *Theobroma* L., na botânica sistemática e geografia. *Rodriguesia*, 13: 265-276.

Ducke, A. 1946. *Plantas de cultura precolombiana na Amazônia Brasileira. Notas sobre as espécies em formas expontâneas que supostamente lhes teriam dado origem.* IAN Boletim Técnico.

Giacometti, D.C. 1984. Domesticação de espécies frutíferas da Amazônia. In *Anais do XXXV Congresso Nacional de Botânica*, p. 117-124. Manaus, Brésil, Sociedade Botânica do Brasil.

Moreno, P. *et al.* 1968. *Manual para el cultivo del cacao.* Medellín, Colombie, Compañía Nacional de Chocolates S.A.

Romero Castañeda, R.R. 1961. *Frutas silvestres de Colombia.* Bogota.

Pejibaie
(*Bactris gasipaes*)

Nom botanique: *Bactris gasipaes* Kunth
Famille: palmacées = aracées
Noms communs. *Français:* pejibaie, palmier pêche, parépou; *espagnol:* pejibaye (Costa Rica, Nicaragua), chantaduro (Colombie, Equateur), pijuayo (Pérou), pijiguao (Venezuela), tembé (Bolivie), Pibá (Panama), cachipay (Colombie); *portugais*: pupunha (Brésil); *anglais:* peach-palm (Trinité-et-Tobago)

Bactris gasipaes était sans aucun doute le palmier le plus important de l'Amérique précolombienne, qui a constitué la principale culture des Amérindiens sur un vaste territoire du tropique humide et même dans certaines zones du tropique sec.

Etant donné que dans les gisements archéologiques du tropique humide le matériel organique se décompose facilement, il existe peu de références à des découvertes de matériel de pejibaie qui permettent d'en reconstruire le passé. Les plus anciennes proviennent de graines trouvées dans diverses localités des deux côtes du Costa Rica, qui datent de 2300 à 1700 av. J.-C., période où l'on suppose qu'il était déjà cultivé. Lorsque se produisit le contact avec les Européens, les chroniques indiquent qu'il s'agissait de la principale culture de subsistance des indigènes du tropique humide au Costa Rica. L'importance du pejibaie s'étendait aussi à de nombreuses tribus de la basse Amérique centrale et au tropique humide de l'Amérique du Sud, dispersées à travers les bassins des fleuves Cauca, Magdalena, San Juan, Orénoque, Amazone et de leurs affluents, ainsi que dans quelques autres zones. Cette dépendance s'observe encore aujourd'hui dans certaines communautés, par exemple les Sanema-Yanoama du Venezuela, les Shuars ou Jivaros de l'Equateur et les Yuracarés de Bolivie. Pendant les années de la colonie et surtout au cours de ce siècle, l'importance de cette culture est allée en diminuant pour diverses raisons parmi lesquelles on peut citer la diminution de la population indigène, la perte de traditions due à l'influence européenne étrangère à ces civilisations et à cette culture, la fondation de centres urbains hors des zones du tropique humide, où ni la culture ni la consommation du pejibaie n'étaient traditionnelles; le caractère périssable du fruit et du cœur de ce palmier, qui en l'absence d'industries transformatrices ne permettait pas sa commercialisation dans ces centres urbains; l'introduction de nouvelles cultures alimentaires à cycle court; l'expansion agressive de l'élevage qui a amené avec elle l'utilisation extensive du feu pour nettoyer les terres et y établir les pâturages; enfin, la compaction du sol produite par le piétinement du bétail. Ce palmier ne supporte ni le feu, ni la concurrence, ni la compaction du sol.

Utilisations et valeur nutrivive

L'emploi de *B. gasipaes* a été intégral aux époques précolombiennes. Le fruit, qui était le produit le plus important, était utilisé de deux manières: cuisiné (bouilli à l'eau) et comme rafraîchis-

---

L'auteur de ce chapitre est J. Mora-Urpí (Ecole de Biologie, UCR, San José, Costa Rica).

sement légèrement fermenté. Sous ces deux formes, il constituait l'aliment de base pendant l'époque de la récolte dans les coopératives indigènes qui le cultivaient. Pour sa consommation hors saison, on le conservait principalement ensilé, préparé de façon tout à fait analogue à ce qui se fait aujourd'hui pour les fourrages dans des silos en tranchées. Un mois après, il était prêt à la consommation, ou bien on pouvait le conserver jusqu'à la prochaine récolte. Fermenté, on le consommait sous forme de rafraîchissement en le mélangeant à de l'eau. De plus, on pouvait le transporter enveloppé dans des feuilles pendant les voyages et il suffisait de le diluer dans l'eau pour le consommer. Un autre mode important de conservation consistait à sécher les fruits en les exposant à la chaleur et à la fumée, en les plaçant sur des nattes suspendues au-dessus du foyer. Pour leur consommation, il n'y avait ensuite qu'à les faire bouillir dans l'eau. Un autre mode de consommation consistait à préparer avec leur pâte des galettes, comme on le fait avec le maïs ou la farine. L'huile dégagée en faisant bouillir les fruits était utilisée occasionnellement pour cuisiner d'autres aliments. La fermentation prolongée – huit jours – permettait de préparer une boisson alcoolique ou *chicha*, utilisée pour les festivités. Ainsi, le fruit du pejibaie constituait une source fondamentale d'énergie, suppléant les fonctions et utilisations des céréales dans d'autres civilisations. C'était surtout un substitut du maïs, sa valeur nutritive étant supérieure à ce dernier.

Le bois du tronc présente une grande résistance et une grande élasticité, ce qui permettait de s'en servir pour fabriquer des armes – arcs, flèches et lances – ainsi que pour la construction. L'extrémité du tronc, avec son feuillage embryonnaire, est douce et de saveur délicate. On en extrait le cœur de palmier. Avec la sève, non fermentée ou fermentée à divers degrés, provenant de cette partie du tronc, on préparait des boissons alimentaires enivrantes.

Les inflorescences jeunes se consomment aussi rôties «al pastor», sans ouvrir la spathe qui les protège. Les infusions des racines servaient en médecine comme vermicide.

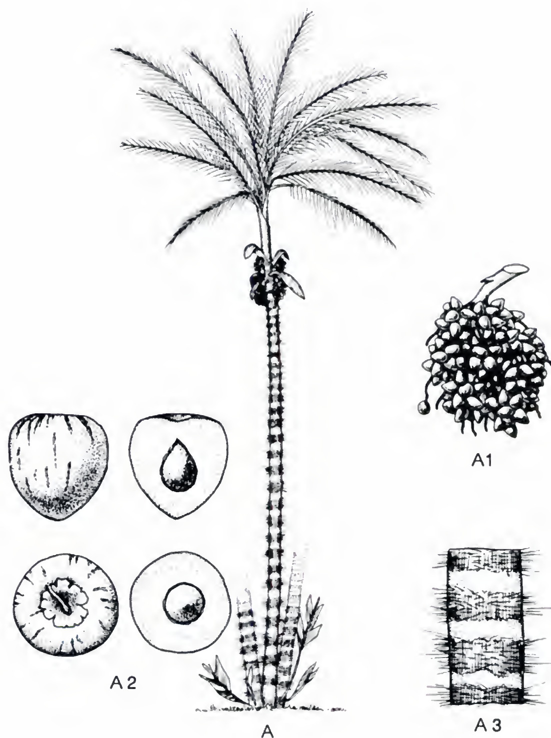
Aujourd'hui, les indigènes utilisent les mêmes produits de base tirés du pejibaie, qui donnent une plus grande diversité de sous-produits dont beaucoup sont encore en cours de développement. Ainsi, le bois sert à élaborer des articles pour le bâtiment, tels que parquets, panneaux, meubles de luxe et articles d'artisanat exploitant sa beauté et sa grande résistance. Les longues fibres de l'intérieur du tronc promettent d'être utiles pour les produits de fibrociment. L'exploitation du cœur de palmier est une industrie prospère. Née au Costa Rica dans les années 1970, elle prend peu à peu de l'importance dans tous les pays du tropique humide américain en tant que culture rentable et de par ses caractéristiques favorables à une gestion écologique conforme aux nouvelles tendances de l'agronomie.

Le fruit, qui ne fut, dans le passé, important que dans les zones productrices du fait qu'il était très périssable, semble maintenant présenter un grand potentiel d'industrialisation sous forme de farines et d'autres produits dérivés, par exemple l'huile, le bêtacarotène et l'amidon. On essaie même de voir si l'inhibiteur de la tripsine que contiennent les fruits de certains cultivars peut être utilisé comme insecticide. Les farines de pejibaie ont beaucoup d'avenir dans la nutrition humaine, en pâtisserie, pain et autres préparations.

Le pejibaie a également un grand avenir dans la nutrition animale, comme substitut ou complément des céréales, dans la fabrication de concentrés et fermenté comme fourrage ensilé. La fermentation des fruits est étudiée en vue de leur exploitation dans la fabrication de divers composés organiques. Il reste à déterminer si on peut en faire un usage médicinal comme le faisaient les indigènes.

FIGURE 24

A. Pejibaie (*Bactris gasipaes*); A1. régimes avec fruits en drupe; A2. sections et profil du fruit; A3. entre-nœuds couverts d'épines du stipe



Description botanique

B. gasipaes est un palmier cespiteux, au système racinaire fibreux étendu mais assez superficiel. Le stipe a des entre-nœuds couverts d'épines, alternant avec des nœuds sans épines formés par les cicatrices des feuilles. Celles-ci mesurent entre 10 et 25 cm, avec une lame de plus de 2 m de long en général et plus de 200 folioles. L'inflorescence est couverte par deux bractées, celle de l'extérieur épaisse et courte, celle de l'intérieur enveloppant l'inflorescence jusqu'à la maturité; le rachis est ramifié, avec des milliers de fleurs mâles entremêlées avec quelques centaines de fleurs femelles, légèrement plus grandes que les fleurs mâles. Le fruit en drupe est de taille très variable – de 300 à 400 g –, avec un exocarpe mince rouge ou jaune, un mésocarpe farineux diversement orangé, et un endocarpe sombre et dur; les graines sont de différentes tailles selon les écotypes: chez les plantes cultivées, leur poids est d'environ 4 g; elles sont récalcitrantes et mettent entre 45 et 90 jours à germer. 2n = 28.

Pollinisation. Le pejibaie est une plante monoïque à fleurs mâles et femelles; elle est en outre protogyne puisque les fleurs femelles sont fertiles dès l'ouverture de la spathe et restent réceptives pendant 24 heures. L'anthèse des fleurs mâles se produit le deuxième jour du cycle, soit 24 heures après celle des fleurs femelles. Dans les deux cas, elle se produit à la fin de l'après-midi, entre 5 et 6 heures.

Le cycle de pollinisation se déroule en trois jours et présente trois modes complémentaires. Le premier est entomophile et c'est le plus important. Il est réalisé par des charançons: en Amérique centrale par *Audranthobius palmarum* et dans le bassin de l'Amazone par diverses espèces de *Phyllotrox*. D'autres insectes concourent aussi à l'occasion à la pollinisation, mais le *Cyclocephala* amazonien a été cité par erreur comme pollinisateur.

Le second mode de pollinisation est par gravité. Lorsque le pollen est libéré le deuxième jour, il couvre totalement l'inflorescence et par conséquent les fleurs femelles. Ce mode est peu efficace car il existe un système d'auto-incompatibilité génétique qui interfère avec la fécondation et ne produit peut-être qu'occasionnellement des graines fertiles.

Le troisième mode est anémophile. Il se produit entre des plantes voisines, au cours de la matinée du deuxième jour de réceptivité des fleurs femelles. Dans ce cas, le pollen déposé pendant l'anthèse mâle s'éparpille avec le vent le matin suivant – le troisième jour –, et s'il y a sur les plants voisins des inflorescences qui en sont à leur deuxième jour, elles peuvent être ainsi pollinisées.

La technique de pollinisation contrôlée consiste à protéger l'inflorescence contre la visite des charançons au moyen de sacs de papier kraft bien ajustés et à appliquer le pollen le jour suivant l'ouverture de la spathe. Il n'est pas nécessaire d'émasculer les fleurs mâles.

Ecologie et phytogéographie

Le pejibaie pousse à l'état sauvage dans des sols bien drainés et des conditions physiques et chimiques différentes, y compris dans les sols acides et pauvres, car il est favorisé par son association avec les mycorrhizes. On le cultive dans des climats où les précipitations se situent entre 2 000 et 5 000 mm, et où les températures annuelles moyennes sont supérieures à 22 °C. L'altitude recommandée pour la culture commerciale est de 0 à 900 m.

La distribution naturelle s'étend de Daríen au Panama jusqu'à la province de Santa Cruz en Bolivie, à l'Etat de Rondônia et peut-être au Mato Grosso au Brésil. Son origine naturelle plus au nord, en Amérique centrale, n'a pas été confirmée, bien qu'on le cultive depuis plusieurs millénaires jusqu'au nord-est du Honduras.

Sa dispersion spontanée se produit par trans-

TABLEAU 7 **Espèces liées à l'origine du pejibaie**

Espèces orientales	Distribution géographique
Bactris ciliata	Pérou: fleuves Ucayali, Huallaga, Madre de Dios
Bactris insignis	Bolivie: Santa Cruz, Chapare, Alto Beni
Bactris sp.	Brésil: Acre, Rondônia [1]
Bactris sp.	Colombie: Alto Putumayo, Caquetá
Espèces occidentales	**Distribution géographique**
Bactris macana	Venezuela: Maracaibo; Colombie: Santa Marta
Bactris caribea	Venezuela: Maracaibo; Colombie: Santa Marta
Bactris chantaduro (?)	Colombie: vallée du Cauca
Bactris sp.	Equateur: versant du Pacifique centre et nord
Bactris sp.	Panama: Darién; peut-être Colombie: Chocó

[1] On n'a pas déterminé s'il s'agissait de *B. ciliata*.

port des graines sur des distances courtes par les oiseaux, les rongeurs et autres mammifères, et sur des distances supérieures peut-être par l'eau.

Origine et diversité génétique

Le pejibaie cultivé peut être considéré comme une espèce synthétique, résultat de la domestication indépendante de diverses populations sauvages.

Celles-ci, dont la distribution géographique est très étendue, étaient connues de différentes sociétés primitives qui en entreprirent la culture indépendamment les unes des autres. Le degré de domestication atteint au moment du contact avec les Européens était différent selon les régions. Cela se reflète encore dans des caractéristiques comme la taille du fruit. Ainsi, le cultivar développé en Bolivie à partir de *Bactris insignis* représente un stade précoce de domestication étant donné la petite taille du fruit et la forte teneur en fibres, tandis que le cultivar du fleuve Vaupés, en Colombie, reflète un processus de domestication avancée si l'on en juge par la grande taille du fruit et sa forte teneur en amidon. La variété ou l'espèce qui lui a donné naissance n'a pas encore été déterminée. Entre ces deux extrêmes – nord et sud – du bassin Amazone-Orénoque, on rencontre d'autres variétés cultivées et au moins deux espèces sauvages. L'une d'entre elles, *Bactris ciliata* (= *B. microcarpa*, *B. dahlgreniana*) a peut-être donné naissance à plus d'un des cultivars que l'on connaît aujourd'hui, par exemple Pampa hermosa et Pastaza, qui présentent un degré de domestication intermédiaire entre les deux mentionnés plus haut. Dans certains cas, la présence de l'espèce sauvage au voisinage des plantations a eu un effet négatif sur le processus d'amélioration, du fait d'un rétrocroisement spontané.

La diffusion ultérieure dans les régions voisines des différents génotypes a contribué dans certains cas à créer une plus grande diversité locale. L'histoire géologique et climatique a elle aussi contribué à l'isolement géographique des populations, qui était nécessaire pour le processus qui a donné naissance à ce complexe. Le flux de gènes entre des régions éloignées au long des générations a été limité dans le pejibaie, car il y a des barrières absolues à l'avancée des charançons pollinisateurs et à la migration naturelle des graines.

TABLEAU 8 **Variétés cultivées du pejibaie**

Microcarpes (poids inférieur à 20 g)	Distribution géographique
Orientales	
Tembé	Bolivie: partie orientale
Pará	Brésil: Etat du Pará
Juruá	Brésil: río Juruá
Occidentales	
Tuira	Panama: Darién
Rama	Nicaragua: Rama, Bluefields
Chontilla	Equateur: partie occidentale
Macana	Venezuela: Maracaibo
Mésocarpes (poids de 21 à 70 g)	**Distribution géographique**
Orientales	
Inirida	Colombie: rios Inárida et Guaviare
Sollimões	Brésil: cours moyen de l'Amazonie
Pastaza	Equateur: contreforts des Andes
Pampa Hermosa	Pérou: pampa Hermosa
Occidentales	
Utilis	Costa Rica, Panama et peut-être les côtes de Colombie
Guatuso	Costa Rica: San Carlos
Cauca	Colombie: vallées du Cauca et de la Magdalena (?)
Darién	Panama: Darién
Macrocarpes (poids supérieur à 70 g) [1]	**Distribution géographique**
Orientales	
Vaupés	Colombie: río Vaupés
Putumayo	Colombie, Equateur, Pérou, Brésil; ríos Putumayo, Caquetá, Napo, Alto Solimões, Huallagas

[1] Il n'y a pas de populations macrocarpes occidentales.

La première division entre cultivars et espèces se fonde sur la distribution géographique de deux grands groupes: orientaux ou amazoniens, situés à l'est des Andes; et occidentaux, situés sur le versant opposé. Les premiers ont généralement une tige moins dure, comportant moins de bois et moins d'épines, moins cespiteuses et ayant un meilleur ancrage au sol lorsqu'elles sont jeunes. L'autre caractéristique est la taille des fruits, les variétés se classant en microcarpes, mésocarpes et macrocarpes. L'échange de matériel génétique, surtout dans les dernières décennies, a produit une contamination d'un nombre considérable de variétés locales par du plasma germinatif étranger, masquant les caractéristiques qui leur étaient propres. En général, ce phénomène se produit dans les localités associées à des centres urbains, mais il touche parfois des régions plus étendues.

TABLEAU 9 **Banques de gènes de pejibaie**

Pays	Localité	Institution responsable	Nombre approximatif d'échantillons
Brésil	Manaus	INPA-CENARGEN/EMBRAPA	450
Colombie	Buenaventura	Departamento de Agricultura y Fomento del Valle	400
	Araracuara	Corporación de Araracuara	100
	San José, Guaviare	Corporación de Araracuara	100
	Leticia	ICA	—
	Florencia	ICA	—
Costa Rica	Guápiles	UCR, CORBANA, MAG	950
	Turrialba	UCR	50
	Turrialba	CATIE	400
Equateur	Napo-Payamino	INIAP	322
Nicaragua	El Recreo	MIDINRA	36
Panama	Las Pavas	IDIAP	54
Pérou	Iquitos	INIPA	200
	Yurimaguas	INIPA	144

Erosion génétique et conservation. Les causes de la diminution de l'importance de cette culture sont également responsables de l'érosion génétique accélérée dont souffre son matériel génétique. Il faut leur ajouter l'expansion de certaines villes aux alentours desquelles on rencontrait des populations de pejibaies intéressantes, comme Yurimagua, avec sa variété sans épines, et Iquitos au Pérou, et également la détérioration de l'organisation sociale des petites communautés qui menace leur propre existence. C'est notamment le cas pour le village de Yuvineto de la tribu Sequoya – située sur un petit affluent du fleuve Putumayo au Pérou –, qui a sélectionné une variété locale exceptionnelle par sa vigueur, son absence totale d'épines, ses fruits et ses grappes de grande taille et son excellente qualité de table; il en est de même pour le village de Guatuso au Costa Rica, communauté de la tribu Maleko, qui a elle aussi créé un cultivar sans épines et de bonne qualité. Ces situations ne se limitent pas aux exemples mentionnés, mais sont assez généralisées dans tous les pays compris dans la zone de distribution de *B. gasipaes*. Au Costa Rica, par exemple, il est possible de prédire l'extinction du pejibaie d'ici à quelques décennies si l'intérêt pour sa culture ne renaît pas.

Les populations sauvages de pejibaie sont elles aussi menacées d'extinction: *Bactris insignis* en Bolivie, *B. ciliata* au Pérou, *Bactris* sp. (chontilla) dans l'ouest de l'Equateur, *Bactris* sp. à Darién au Panama, *B. macana* au Venezuela et *B. chantaduro* (?) (chinamato) en Colombie.

La collecte et l'inclusion de matériel génétique dans des banques *ex situ* est l'une des mesures immédiates les plus importantes et, dans ce sens, des efforts significatifs ont été déployés, surtout au Costa Rica, au Brésil, en Colombie, au Pérou et en Equateur, grâce à un financement propre et à l'aide d'organisations internationales.

Pratiques culturales

On tire du pejibaie divers produits, ce qui donne lieu à des technologies agronomiques spécifiques pour leur exploitation. Ce sont en réalité des cultures différentes. Nous indiquerons ici les as-

pects généraux de deux de ces cultures exploitées à une échelle commerciale: le cœur de palmier et le fruit.

Production locale de cœur de palmier. On sème sur couche ou dans des sacs de polyéthylène fermés. Dans ce dernier cas, la teneur en humidité de la graine doit être d'environ 40 pour cent. On obtient un taux de germination de 75 pour cent dans les couches et de 90 à 100 pour cent dans les sacs de plastique. A température ambiante (24 ou 25 °C), la germination commence en un mois et demi et on peut la considérer comme terminée au bout de trois mois. Deux méthodes de multiplication asexuée sont en cours de développement: la culture de tissus et les rejets, mais les deux méthodes présentent des difficultés qui n'ont pas encore été surmontées. On transfère les plantules récemment germées de la caissette de semis à la platebande de pépinière et ensuite, lorsqu'elles ont atteint trois à six mois, on les met en place. La transplantation peut être réalisée en mottes ou à racines nues. La densité de plantation est de 2 × 1 m ou 1,5 × 1,5 m, et le nombre de rejets avec lesquels on utilise la souche est de quatre à six. Selon la taille des plantules à la transplantation et la fertilité du sol, les tiges sont prêtes à la récolte lorsqu'elles ont approximativement 9 cm de diamètre, taille qu'elles atteignent entre 12 à 18 mois après transplantation. La première récolte est d'une tige par souche, mais à partir de là, si la plantation est bien gérée, on peut avoir une moyenne de 3 tiges ou plus par souche et par an. Le rendement industriel, guidé par les normes de qualité actuelles pour le cœur de palmier en boîte, est d'environ 1 tonne par hectare et par an.

Du fait de l'hétérogénéité des âges des rejets, la population est composée de tiges à diverses phases de développement, ce qui oblige à réaliser la récolte à la main. Cette opération consiste à couper le secteur apical de la tige, en éliminant le feuillage et quelques couches de son enveloppe; on en laisse seulement deux pour la protéger pendant le transport jusqu'à l'usine. Les déchets organiques de la récolte sont importants et, comme ils sont produits toute l'année, ils contribuent au maintien de la couverture organique du sol.

Un hectare de palmiste produit 19,5 tonnes par hectare et par an de matière sèche, dont le cœur de palmier brut extrait représente uniquement 1,76 tonne par hectare et par an, c'est-à-dire 9 pour cent de la biomasse produite.

Les opérations de routine les plus importantes sont la mise en place d'un système de drainage avant plantation, puis la lutte contre les mauvaises herbes, la fertilisation et la taille des rejets en excès. A ce dernier égard, il y a des cultivars qui ne produisent souvent pas suffisamment de rejets ou n'en produisent pas du tout, ce qui représente un sérieux inconvénient. La Putumayo se caractérise par ce comportement.

Dans les plantations de cœur de palmier de pejibaie, on n'a pas encore observé de ravageurs ni de maladies qui revêtent une importance économique. Ceux que l'on observe occasionnellement ont été dus à des défauts de traitement. Cela dit, comme dans toute culture, ils apparaissent lorsque la superficie de culture augmente. Il s'agit ici d'une culture pérenne qui se renouvelle constamment à travers les rejets. La plantation la plus ancienne a 18 ans et continue de produire de façon efficiente.

Production de fruits. La germination de la graine et le travail de pépinière sont les mêmes que ceux qui ont été décrits pour la production de cœur de palmier. Dans ce cas cependant, il est préférable de planter en sacs de polyéthylène ou autres types de conteneurs qui permettent à la plantule de croître pendant neuf mois, pour la mettre en place lorsqu'elle a atteint une taille plus grande.

Dans la culture destinée à la production de fruits, les plants doivent atteindre leur développement complet; le système racinaire est alors plus

important, et par conséquent le drainage doit être plus profond. Les densités de plantation le plus souvent adoptées sont de 5 × 5 m et de 4 × 4 × 8 m, en laissant une ou deux tiges sur la souche.

Un aspect important est le traitement des rejets en vue de la rénovation des stipes anciens. Il faut les manipuler de manière qu'il n'en manque jamais, par exemple en les coupant avant que n'apparaisse la tige nue, car alors les bourgeons axillaires du rhyzome seront morts, et ce sont eux qui constituent la source première des rejets. La production de rejets est accentuée lorsqu'on élimine la dominance apicale.

La récolte du fruit est l'opération la plus difficile de toutes les pratiques culturales de ce palmier du fait de la hauteur qu'atteignent les troncs. C'est pourquoi les stipes doivent être rénovés lorsqu'ils atteignent des hauteurs qui rendent trop difficile la collecte des grappes, c'est-à-dire entre 10 et 12 ans d'âge. Pour préparer cette rénovation, on laisse un rejet pousser pendant un an ou un an et demi avant d'éliminer le tronc en question, ce que l'on fait après la récolte. Le rejeton commencera à produire à la campagne de récolte suivante.

L'exploitation du pejibaie pour ses fruits souffre d'attaques de maladie et de ravageurs de plus grande importance économique que dans le cas du cœur de palmier. La maladie la plus grave est *Monilia* sp., qui s'attaque aux fruits et est particulièrement intense les années les plus humides, surtout si le drainage est déficient ou la plantation très dense. Le ravageur le plus destructif est la perruche, qui aime le fruit même vert. Les oiseaux apparaissent en grandes bandes et causent des dommages considérables.

La production à l'hectare est variable, selon le cultivar, les conditions écologiques et le traitement. Les plantations de cultivars des variétés Utilis, Putumayo et Solimões produisent, si elles sont bien entretenues, environ 25 tonnes par hectare les années où les conditions climatiques sont normales. Une fois que l'on sera parvenu à reproduire de façon clonale les sélections obtenues, le rendement à l'hectare s'élèvera considérablement.

Perspectives d'amélioration

A l'exception du Brésil dont la consommation interne actuelle est beaucoup plus importante que celle de tout le reste du monde, le cœur de palmier est un produit d'exportation, dont le marché international est encore peu important (environ 20 000 tonnes par an). Dans ce domaine, il est en concurrence avec le cœur de palmier *Euterpe*, extrait des forêts, et qui couvre aujourd'hui environ 85 pour cent de la demande internationale (la consommation intérieure du Brésil est de plus de 100 000 tonnes par an de cœur de palmier de cette autre espèce). Cependant, du fait de son plus grand rendement et de la lutte qui a lieu pour des raisons écologiques au niveau mondial, on prévoit que le pejibaie cultivé remplacera peu à peu le cœur de palmier *Euterpe*. Le développement du pejibaie est notamment limité par les facteurs suivants:

- Absence de disponibilité commerciale de variétés à haut rendement adaptées aux diverses conditions écologiques et ayant la qualité appropriée pour les différents usages industriels.
- Absence d'une méthode efficace de reproduction asexuée qui permette la multiplication commerciale des sélections obtenues; ces dernières années, on travaille intensément à résoudre ce problème à l'UCR, à l'INIPA d'Iquitos au Pérou, et à l'Université de São Paulo au Brésil, mais la solution ne semble pas être proche.
- Techniques industrielles déficientes ou absentes pour la transformation des produits du pejibaie.
- Peu de ressources économiques pour impulser cette culture.
- Ignorance des produits du pejibaie sur le marché.

- Peu de moyens consacrés à la recherche pour résoudre les trois premiers aspects et assurer un progrès constant des techniques de production et la solution des problèmes particuliers qui se présentent.

Les perspectives d'amélioration – indépendamment des limitations financières – sont très prometteuses, des points de vue agronomique, industriel et commercial.

En ce qui concerne l'amélioration génétique, pour la production de variétés à haut rendement, il existe dans les banques de gènes des plants à très haut rendement de fruits, ainsi que d'autres de grande vigueur et de grande précocité pour la production de cœur de palmier.

L'utilisation des méthodes actuelles d'amélioration végétale permet de résoudre le problème de la limitation indiquée. Diverses banques de gènes ont déjà évalué – au moins partiellement – les échantillons et sélectionné des plants de forte productivité et de qualité élevée pour certains usages. En ce qui concerne leur évaluation dans différentes conditions écologiques et de leur diffusion ultérieure auprès des agriculteurs, la difficulté est due à l'absence de méthode de reproduction asexuée qui permette d'obtenir des populations clonales.

L'utilisation de l'hybridation pour réunir les caractéristiques souhaitées et exploiter l'expression possible de l'hétérosis présente en deuxième phase le même processus et les mêmes difficultés.

Le peu de recherches menées à bien dans le domaine industriel constitue une limitation. Dans le cas du cœur de palmier, on a seulement travaillé à des aspects liés aux problèmes de mise en conserve sans mettre l'accent sur d'autres usages possibles, par exemple les soupes déshydratées ou les crèmes, le conditionnement du cœur de palmier frais, le cœur de palmier grillé (*chips*), etc., qui offrent des possibilités d'élargir le marché. Le cœur de palmier est un produit qui convient aux régimes alimentaires modernes riches en fibres et de saveur agréable et, lorsqu'il est déshydraté, c'est un produit nutritif. L'industrialisation du fruit a démontré cette valeur nutritive – comme source d'énergie, de bêtacarotène, d'huile et d'autres nutriments – pour l'alimentation humaine et animale. La variété de produits que l'on peut élaborer à partir du fruit est analogue à celle que l'on obtient à partir de diverses céréales. L'industrialisation ne fait que commencer, mais ne paraît pas présenter de problèmes techniques majeurs. La faiblesse de son développement est la principale difficulté que présente normalement un produit nouveau au moment de son introduction sur le marché, ce qui exige une promotion onéreuse et généralement un investissement à long terme.

Les régions géographiques qui conviennent à cette culture sont très étendues dans tous les pays du tropique américain et en dehors de ce continent. Même dans de petits pays comme ceux d'Amérique centrale, les régions qui conviennent atteignent des centaines de milliers d'hectares; au Costa Rica par exemple, on les a estimées à 700 000 ha. La technologie d'exploitation agricole est adaptable à n'importe quelle échelle.

Orientations de la recherche

Les besoins de recherche les plus urgents pour amener la culture du pejibaie à un niveau concurrentiel sur les marchés international et local sont les suivants:

- terminer le travail de prospection sur les territoires compris dans la distribution géographique de l'espèce;
- établir un réseau interaméricain de banques de gènes;
- évaluer les échantillons dans le cadre d'un programme commun à toutes les banques;
- étudier de façon plus approfondie la taxonomie de ce complexe;
- développer des techniques de reproduction par cultures tissulaires et par rejets;

- développer une méthode de conservation des graines à long terme;
- entreprendre des expérimentations comparatives des variétés et en vérifier les résultats à l'échelle commerciale;
- étudier des méthodes intégrées de lutte contre les mauvaises herbes, les maladies et les ravageurs;
- déterminer les niveaux critiques des différents éléments chimiques;
- diversifier les produits industriels du fruit et du cœur de palmier;
- poursuivre les études d'utilisation du fruit dans la nutrition humaine et animale;
- étudier les marchés des produits;
- étudier et promouvoir l'organisation du paysan producteur en associations;
- étudier l'impact social et écologique de la culture et de son industrie.

Bibliographie

Arias, O. & Huete, F. 1983. Propagación vegetativa *in vitro* de pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K.). *Turrialba*, 33: 103-108.

Arkcoll, D.B. & Aguiar, J.P.L. 1984. Peach-palm (*Bactris gasipaes* H.B.K.), a new source of vegetable oil from the wet tropics. *J. Sci. Food Agric.*, 35: 520-526.

Camacho, E. & Soria, J. 1970. Palmito de pejibaye. *Proc. Trop. Reg. Am. Soc. Hortic. Sci.*, 14: 122-132.

Clement, C.R. & Mora-Urpí, J. 1988. Phenotypic variation of peach-palm observed in the Amazon. In *Final report on peach-palm (*Bactris gasipaes *H.B.K.): gene bank*, p. 78-94. Manaus, Brésil, AID/CENARGEN.

Mora-Urpí, J. 1983. El pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K.): origen, biología floral y manejo agronómico. In *Palmeras poco conocidas de América tropical*, p. 118-160. Turrialba, Costa Rica, CATIE/FAO.

Mora-Urpí, J. *et al.* 1984. *The pejibaye palm.* FAO/UCR.

Mora-Urpí, J. & Solís, E. 1980. Polinización en *Bactris gasipaes* H.B.K. *Rev. Biol. Trop.*, 29: 139-142.

Mora-Urpí, J. & Clement, C.R. 1988. Races and populations of peach-palm found in the Amazon basin. *In* C.R. Clemente et L. Coradin, éd., *Final report on peach palm (*Bactris gasipaes *H.B.K.): gene bank*, p. 78-94. Manaus, Brésil, AID/CENARGEN.

Patiño, V.M. 1958. *El cachipay o pijibay en la cultura de los indígenas de la América Intertropical.* Edición española, n° 39. Mexico, Instituto Indigenista Interamericano.

Espèces de *Paullinia* à potentiel économique

GUARANÁ (*Paullinia cupana*)

Nom botanique: *Paullinia cupana* H.B.K.
Famille: sapindacées
Nom commun. Guaraná (dans le monde entier)

Le guaraná est sans aucun doute aujourd'hui l'un des stimulants qui retient le plus l'attention dans les pays développés. On lui attribue toutes sortes de propriétés, depuis le simple stimulant jusqu'à l'aphrodisiaque, et il ne peut plus être absent de la pharmacopée naturaliste. On le cultivait déjà à l'époque de la découverte, et, dès le 17e siècle, sa graine occupait une place particulière parmi les produits de consommation locale et d'exportation dans la région de Manaus en Amazonie. Selon un missionnaire, dans certaines tribus indiennes, il était aussi apprécié que l'or par les Blancs. On sait que le guaraná était utilisé en Europe en 1775, mais les informations sur la production sont très précaires jusqu'au début de ce siècle. La seule date disponible pour le siècle dernier est relative à l'exportation vers l'Europe de 262 arrobes (1 arrobe = 11,5 kg) en 1852. En 1923, la récolte a été de 3 873 kg. Après une récolte de 124 000 kg en 1935, comme il n'y avait pas eu d'exportation et que la consommation intérieure était réduite, le guaraná a été excédentaire, ce qui a conduit le gouvernement de l'Etat de l'Amazone et les producteurs à constituer l'Emporio del Guaraná, auquel fut concédé le monopole de la commercialisation du produit. A partir de 1966, avec la disparition de l'Emporio, qui a été davantage un facteur de stagnation que de développement, un système industriel a commencé à se structurer. La politique dynamique de diffusion intérieure et extérieure du guaraná adoptée par le gouvernement et appliquée à partir de la fin des années 40 a conduit à la situation actuelle où la demande est plusieurs fois supérieure à l'offre.

Les données officielles aussi bien que les études socio-économiques font apparaître deux phases principales de production: celle de l'extraction ou de la cueillette, qui s'est étendue jusqu'aux années 70; celle de la culture, à partir de cette époque.

Utilisations

Le guaraná sert surtout à produire une boisson rafraîchissante. On l'a longtemps utilisé de façon empirique en médecine; on lui attribue des propriétés antithermiques, antineuralgiques et antidiarrhéiques, ainsi que de stimulant puissant, et d'analgésique comparable à l'aspirine et aux antigrippaux. Les graines contiennent de 2,7 à 3,5 pour cent de caféine, en plus de la théophylline et de la théobromine. La méthode traditionnelle d'exploitation du guaraná, unique jusqu'aux années 50, aujourd'hui largement diffusée, est la suivante: une fois les fruits cueillis, on sépare les graines et on les stocke jusqu'à fermentation de l'arille, qui est ensuite retiré, après quoi elles sont grillées et on enlève le tégument, qui est commer-

---

L'auteur de ce chapitre est E. Lleras (CENARGEN/EMBRAPA, Brasília, Brésil).

cialisé sous le nom de «guaraná brut». Le reste des graines est plongé dans l'eau pour former une pâte. Avec celle-ci, on confectionne des bâtons qui, une fois séchés à feu lent et fumés pendant un mois, sont commercialisés. La préparation traditionnelle de la boisson consiste à râper une partie du bâton dans l'eau, ce qui produit une infusion. L'industrie des rafraîchissements gazeux de guaraná a commencé en 1907, et c'est devenue la boisson nationale du Brésil pendant les années 40. En 1973, la loi sur les jus a réglementé l'utilisation du guaraná, en définissant les concentrations maximales et minimales pour les boissons gazeuses, les sirops et autres produits. En 1981, le Centre de recherches agricoles du tropique semi-humide (CPATU) de l'EMBRAPA a mis au point le guaraná soluble. Aujourd'hui, le guaraná est commercialisé en bâtons et en poudre soluble ou insoluble, et il est utilisé industriellement pour la production de boissons gazeuses, de sirops et de produits de la pharmacopée naturaliste.

Description botanique

Paullinia cupana est un arbuste grimpant ou une liane ligneuse. Les feuilles alternées ont cinq folioles et les vrilles sont axillaires lorsqu'elles existent. Les inflorescences sont en grappes axillaires ou prennent naissance dans les vrilles. Les fleurs sont mâles ou femelles, zygomorphes; elles ont cinq pétales et sépales, huit étamines et un ovaire triloculaire, avec un semi-disque glandulaire à la base. Le fruit est dans une capsule septicide, rouge orangé et partiellement ouverte à maturation, laissant apparaître de une à trois graines noires ou verdâtres, couvertes à la base par un arille blanc; la variété *cupana* se différencie de la variété *sorbilis* en ce qu'elle ne possède pas de vrilles, que ses folioles sont plus fortement lobés, et ses fleurs et ses fruits plus grands.

Le guaraná est une espèce monoïque, allogame. Sa fécondation se fait par des abeilles des genres *Melipona* et *Apis*. Sa dispersion naturelle est probablement réalisée par les oiseaux, mais on ignore les distances auxquelles elle peut être propagée. Ses graines sont récalcitrantes, perdant leur pouvoir de germination en 72 heures dans des conditions normales. La germination peut prendre plus de 100 jours.

Ecologie et phytogéographie

Le genre *Paullinia* est surtout néotropical et s'étend depuis le Mexique et le sud des Etats-Unis jusqu'à l'Argentine. Une seule espèce, *P. pinnata*, se rencontre aussi bien en Amérique qu'en Afrique.

Les sols sur lesquels on trouve *Paullinia* spp. à l'état natif sont en général des glaises ou des sols latéritiques dystrophiques. Le climat de la région d'origine est Am dans la classification de Köppen, avec des précipitations d'environ 2 200 à 2 500 mm par an. La température est isotherme, avec une moyenne annuelle de 28 à 29 °C.

La variété *cupana*, à partir de laquelle on a décrit l'espèce d'après du matériel recueilli par Humboldt à San Fernando de Atabapo au Venezuela, n'est connue que dans la zone située entre le sud des torrents Atures et Maipures de l'Orénoque et dans la région du haut río Negro et de ses affluents, aux frontières entre le Brésil, la Colombie et le Venezuela, où elle paraît être relativement courante. Les indigènes de la région de Mapiripán sur le río Guaviare en Colombie l'utilisent. La variété *sorbilis* ou guaraná véritable paraît avoir été domestiquée dans la bande méridionale du fleuve Amazone entre les gorges des ríos Purús et Madeira. Depuis le milieu du siècle dernier, elle était cultivée dans les actuelles communes de Borba, Maués, Parintins, Manaus et Itacoatiara, qui restent les centres les plus importants de culture et de distribution de matériel pour les autres localités. La disjonction géographique entre les deux variétés a été attribuée à des facteurs anthropiques; selon cette hypothèse,

FIGURE 25

A. Guaraná (*Paullinia cupana*); A1. inflorescences en grappe; A2. fruit en capsule; A3. ovaire triloculaire



l'espèce a été domestiquée dans la région de Maués, à partir d'une liane ligneuse qui atteint la frondaison de la forêt. Aussi bien la plante que l'habitude de la consommer ont été introduites dans le haut río Negro par les Barrés qui ont progressivement migré vers le nord. La domestication de l'espèce a dû être très ancienne pour permettre la formation d'une nouvelle variété. Selon cette hypothèse, la variété cupana serait une forme subspontanée dérivée du guaraná domestiqué. En ce qui concerne l'existence du guaraná à l'état natif, les quelques informations disponibles suggèrent qu'encore aujourd'hui les Indiens maués introduisent du matériel sauvage dans leurs cultures, bien que l'on ait affirmé que seul le guaraná était connu en culture. Sa présence en dehors des zones citées est mal documentée. Un exemplaire recueilli sur le río Curuquetê, à la frontière entre les Etats de l'Amazone et d'Acre (Brésil) paraît être *P. cupana* et, selon certaines données, il croît également de façon spontanée près de Santarém au Pará. Il se passe avec le guaraná la même chose qu'avec les autres espèces cultivées: les botanistes les ignorent parce que ce ne sont pas des nouveautés taxonomiques.

Paullinia yoco, l'autre espèce utilisée comme stimulant, n'est connue qu'à l'état sauvage dans une région relativement limitée le long du río Putumayo, à la frontière entre la Colombie et le Pérou.

Diversité génétique

Il existe deux variétés de *Paullinia cupana*. On n'a pas d'informations sur la diversité génétique de la variété *cupana*, qui est mal connue et peu étudiée.

P. cupana var. *sorbilis* présente une forte diversité. Elle croît surtout dans les champs de petits producteurs dans les communes de Maués, Parintins et Borba, dans l'Etat de l'Amazone. L'EMPRAPA possède une précieuse collection située dans le champ expérimental de Maués, et une banque de gènes comportant plus de 200 échantillons à Belém (CPATU). Il existe de même une collection de travail au CPAA/EMBRAPA, à Manaus, avec plus de 700 échantillons. Il ne paraît pas y avoir de risque d'érosion génétique, car aussi bien le système de recherche agricole que les producteurs sont conscients de la valeur du matériel qu'ils possèdent. Les espèces sauvages les plus proches appartiennent à la section *Pleurotoechus* du genre. Il en existe neuf espèces en Amazonie brésilienne, toutes présentant certaines similitudes morphologiques avec *P. cupana*. Le taxon le plus proche est *P. cuneata*, qui peut appartenir à la même espèce (*P. cupana*). Celle-ci ainsi que *P. yoco* méritent une attention particulière pour des programmes éventuels d'amélioration. Les zones d'intérêt principal pour des prospections sont le bassin du río Putumayo (*P. yoco*) et la zone frontalière entre le Brésil, le Pérou et la Bolivie (bassin du río Madre de Dios), où l'on rencontre *P. cuneata* et une espèce qui peut être une forme sauvage de *P. cupana*. Le haut río Negro revêt aussi une grande importance, car il comprend des portions considérables de l'Amazonie et de l'Orénoquie de Colombie et du Venezuela. On considère aujourd'hui que la variété *cupana* peut être d'une importance fondamentale pour l'amélioration du guaraná.

Pratiques culturales

La culture traditionnelle se fait en plein soleil dans des sols peu fertiles (capacité d'échange de 20 à 40 ppm), acides (pH entre 3,5 et 4,5) et présentant des concentrations élevées d'aluminium. On n'emploie pas d'engrais. La plantation se fait avec un espacement d'environ 4 × 5 m, ce qui donne 500 plants par hectare. Après la deuxième année, on procède à des élagages pour éliminer les vieilles branches, celles qui sont malades et celles qui ont fleuri l'année précédente. A partir de 1980, on a adopté un nouveau mode de culture avec le même espacement, mais en utilisant des

engrais et en taillant de façon à diriger les branches le long de tuteurs. Selon les recommandations techniques, le guaraná doit être cultivé dans des régions dont le climat est analogue à sa région d'origine, avec une température moyenne annuelle située entre 20 et 22 °C. La température minimale tolérable est de 12 °C. Les précipitations annuelles doivent être supérieures à 1 400 mm, avec des pluies bien réparties tout au long de l'année. Les sols doivent être profonds, de texture moyenne ou lourde, avec une forte teneur en matières organiques et bien drainés. La plantation traditionnelle se fait par semis; les plantations les plus anciennes sont très hétérogènes aussi bien du point de vue génétique que du point de vue phénotypique. Parmi les techniques les plus modernes, on peut citer surtout la multiplication par boutures, pour laquelle il faut utiliser des chambres de nébulisation, les greffes et la multiplication par culture tissulaire.

La production moyenne de la phase de cueillette (1938-1970) était de 175 tonnes par an, avec beaucoup de hauts et de bas. Les cinq dernières années pour lesquelles on dispose de données sur la culture (1983-1987), la moyenne a été d'un peu plus de 1 200 tonnes par an, représentant presque un multiple de 7 des premières statistiques. Bien que cette augmentation soit en partie due à l'extension de la superficie cultivée, elle est aussi due pour une part notable aux gains de productivité à l'hectare, dont la moyenne a presque doublé entre les cinq premières années de la décennie 1970 et les cinq dernières années enregistrées, avec des moyennes de 71,5 et 137,8 kg par hectare de semences respectivement. Cette augmentation de la production peut aisément être attribuée au nouveau mode de culture, puisqu'on a obtenu dans les expérimentations de terrain des données de production pour le système traditionnel (79 kg par hectare) et le système amélioré (130 kg par hectare) très proches des moyennes citées plus haut.

Comme on peut le constater, la production du Brésil augmente notablement. Jusqu'au milieu des années 70, l'Etat de l'Amazone était l'unique producteur; les 10 dernières années, d'autres Etats ont commencé à produire du guaraná, essentiellement Bahía et le Mato Grosso. En 1987, pour la première fois, l'Etat de Bahía a surpassé en production l'Etat de l'Amazone.

En dehors du Brésil, d'autres pays entreprennent déjà la production de guaraná; on dispose cependant de peu d'informations à ce sujet. Dans la grande majorité des cas, ils entreprennent leurs cultures avec des bases génétiques très limitées, puisque le Brésil n'autorise pas l'exportation de semences ou de matériel végétatif.

Perspectives d'amélioration

Il ne fait pas de doute que la principale limitation aujourd'hui est la faible productivité, puisque le rendement moyen par individu varie entre 250 g (culture traditionnelle) et 520 g (culture améliorée) d'amandes sèches, ce qui laisse encore beaucoup à désirer. Ce problème est en partie strictement agronomique et sera résolu lorsque les plantations se feront dans des conditions plus favorables.

La sélection de matériel plus productif, précoce et résistant aux maladies et au stress – processus déjà entamé à Manaus à partir de 1980 –, devra conduire à une augmentation de productivité puisqu'on a indentifié des individus, dans des plantations expérimentales et commerciales, donnant des rendements de 4 à 6 kg par hectare et par an de semence sèche. La production d'hybrides, soit par des méthodes tratidionnelles, soit par des techniques de génie génétique, revêtira aussi une grande importance, surtout associée à la production de matériel clonal qui permette un traitement et une exploitation plus homogènes. La base génétique pour ces programmes d'amélioration existe déjà, non seulement dans le patrimoine génétique disponible du guaraná, mais aussi dans

celui de la cupana et peut-être dans d'autres espèces de *Paullinia* comme *P. yoco* et *P. cuneata*. Le marché potentiel pour 1983 était estimé à environ 16 000 tonnes, et il a augmenté depuis. Le déficit de guaraná est de l'ordre de 10 à 15 fois la production actuelle, ce qui permet encore une expansion considérable de sa culture.

Bibliographie

Aguilera, F.J.P. 1983. Ensaio de polinização entomófila com abelhas sem ferro (*Apidae meliponini*) em plantios de guaraná. In *Anais do I Simpósio Brasileiro do Guaraná*. UEPAE/Manaus-EMBRAPA.

Carvalho, J.E.U., Kato, A.K. & Figueirêdo, F.J.C. 1983. Efeito do estadio de maturação do fruto sobre a qualidade da semente do guaranazeiro. In *Anais do I Simpósio Brasileiro do Guaraná*. UEPAE/Manaus-EMBRAPA.

Corrêa, M.P.F., Fonseca, C.E.L. & Alvim, P.T. 1983. Sistemas de cultivo do guaranazeiro. In *Anais do I Simpósio Brasileiro do Guaraná*, p. 317-324. UEPAE/Manaus-EMBRAPA.

Corrêa, M.P.F., Kato, A.K., Escobar, J.E. & Canto, A.C. 1984. O estado atual de conhecimentos sobre a cultura do guaraná. In *Anales I Simpósio del Trópico Humedo (Cultivos perennes)*, 4: 265-280. Belém, EMBRAPA/CPATU.

Costa, F.G. 1983. Palestra: a indústria do guaraná no Amazonas. In *Anais do I Simpósio Brasileiro do Guaraná*, p. 93-103. UEPAE/Manaus-EMBRAPA.

Ducke, A. 1937. Diversidade do guaraná. *Rodriguesia*, 3: 155-156.

Escobar, J.R., Corrêa, M.P.F. & Motta, A.S. 1984. Seleção de clones de guaraná (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke) baseada em vigor e adaptação ao campo. In *Anales I Simpósio del Trópico Humedo (Cultivos perennes)*, 4: 295-304. Belém, EMBRAPA/CPATU.

Lleras, E. 1983. Considerações sobre a distribuição geográfica e taxonomia do guaraná (*Paullinia cupana* var. *sorbilis*) e taxa afins na Amazônia. In *Anais do I Simpósio Brasileiro do Guaraná*, p. 281-292. UEPAE/Manaus-EMBRAPA.

Machado, O. 1946. Contribuição ao estudo das plantas medicinais do Brasil. O guaraná. *Rodriguesia*, 10(2): 89-110.

Maravalhas, N. 1965. Estudos sobre o guaraná e outras plantas produtoras de cafeina. INPA. *Publ. Avul. Quimica*, 10: 1-16.

Patiño, V.M. 1967. *Plantas cultivadas y animales domésticos en América equinoccial*, vol. 3. Fibras, Medicina, Miscelanea. Cali, Colombie, Imprenta Departamental.

Santos, A.V.P. & Sacramento, C.K. 1983. Aplicação da cultura de tecidos na propagação clonal do guaranazeiro. In *Anais do I Simpósio Brasileiro do Guaraná*, p. 237-239. UEPAE/Manaus-EMBRAPA.

Teixeira, S.M. 1983. Estudo do mercado do guaraná. In *Anais do I Simpósio Brasileiro do Guaraná*, p. 157-177. UEPAE/Manaus-EMBRAPA.

Myrtacées subtropicales

JABOTICABA (*Myrciaria* spp.)

Noms botaniques: *Myrciaria cauliflora* Berg., *M. jaboticaba* Berg., *M. trunciflora* Berg.

Famille: myrtacées

Noms communs. *Français:* jaboticaba; *espagnol:* jaboticaba; *portugais:* jaboticatuba, sabará, jaboticaba murta, jaboticatuba, jaboticatuba grande, jaboticaba olho-de-boi, jaboticaba-de-cabinho (Brésil)

Parmi les myrtacées se détachent différentes espèces des genres *Psidium*, *Eugenia*, *Feijoa*, *Myrciaria*, *Campomanesia* et *Paivaea* natives de la flore néotropicale, qui produisent des fruits de valeur commerciale. La jaboticaba, cultivée au Brésil depuis les temps précolombiens, est un fruit prometteur de cette famille, très demandé dans le centre et le sud du pays. Elle est cultivée dans de petits vergers commerciaux de 500 à 1 000 arbres et dans les jardins domestiques.

Utilisations

La jaboticaba se mange fraîche; elle est connue pour ses qualités remarquables d'abondance de jus et de saveur sucrée très particulière. L'industrie l'utilise pour les gelées et pour la préparation de liqueurs et de vins domestiques. Elle doit être consommée immédiatement après la récolte, car elle se conserve mal à la température ambiante et ne dure pas plus de trois jours.

Description botanique

Myrciaria jaboticaba est un arbre de port moyen qui ne dépasse pas 12 m de haut, à frondaison volumineuse, symétrique, avec un ou plusieurs troncs et très ramifiée. Les feuilles sont ovées ou lancéolées de 5 × 2,5 cm, lisses et brillantes. Les fleurs se présentent en grappes courtes qui émergent du tronc à partir du sol et sur les branches principales; elles ont quatre pétales blancs et des étamines longues et nombreuses. Le fruit est une baie sphérique de 2 cm de diamètre dans la variété Sabará et 3 cm dans la Jaboticatuba; les baies, en grappes de trois à sept, sont rouges au début et noir brillant à maturité. Sabará est la meilleure variété; elle produit des graines polyembryonnaires, et la majorité des embryons sont apomictiques, tandis que Jaboticatuba est monoembryonique avec des embryons zygotiques. Au cours de la floraison au printemps, surtout dans les régions où les hivers sont secs, l'arbre fleurit abondamment avec les premières pluies, donnant l'impression que le tronc est couvert de neige.

Ecologie et phytogéographie

Comme espèce subtropicale et caduque, *M. jaboticaba* est tolérante aux gelées. En climat tropical, elle ne fleurit pas aussi abondamment que dans les zones où l'hiver est froid et sec. On peut avancer la floraison par l'arrosage, mais il faut que les boutons floraux soient déjà développés. Entre la floraison et la fructification, il se passe de 10 à 20 jours. La fructification est très courte et la récolte ne dépasse pas deux semaines.

L'espèce est distribuée depuis le 21[e] parallèle dans l'Etat de Minas Gerais jusqu'au Rio Grande do Sul à 30° de latitude sud, toujours à des

---

Les auteurs de ce chapitre sont D. Giacometti et E. Lleras (CENARGEN/EMBRAPA, Brasília, Brésil).

altitudes supérieures à 500 m. Elle pousse mieux en groupes, sur des sols fertiles, acides et profonds. Il existe encore des populations sauvages qui ont résisté à la déforestation dans les Etats de Minas Gerais, São Paulo et Rio Grande do Sul.

Diversité génétique

L'espèce la plus diffusée, *Myrciaria cauliflora*, produit des embryons apomictiques et, de ce fait, présente très peu de diversité génétique, tandis que l'espèce zygotique Jaboticatuba présente une grande diversité mais c'est une plante plutôt rare. Les autres espèces de *Myrciaria* sont peu connues.

Techniques de multiplication et de culture

La jaboticaba se multiplie de préférence par semences, qui sont récalcitrantes et ne résistent pas au dessèchement. Les graines se sèment en couche de terre fertile, en rangées espacées de 30 cm avec 10 cm entre les plants, et y restent pendant un an. On les transplante en motte en pépinière lorsqu'elles mesurent de 10 à 15 cm de haut, avec un espacement de 2 m entre les rangées et 1 m entre les plants. Elles y restent de trois à cinq ans et lorsqu'elles atteignent 1,5 m de haut on les plante en verger avec une motte de 60 cm de diamètre. La pousse est lente. Pour la mise en place en verger, on plante à 6 × 6 m ou 6 × 4 m d'espacement, et si les cimes se joignent, cela n'a pas d'inconvénient.

On utilise diverses techniques de multiplication végétative pour l'obtention de plants plus précoces, principalement par boutures de racines, marcottage et greffes. Le développement de l'arbre est toutefois toujours lent. Dans cette espèce, l'intéressant est d'obtenir la surface maximale du tronc et des branches sur lesquels poussent les fruits. Comme la production précoce retarde le développement de la plante, l'unique avantage de la multiplication végétative serait la possibilité de planter en plus grande densité, par exemple 4 × 2m.

Perspectives d'amélioration

Il n'y a pas intérêt à améliorer génétiquement la jaboticaba. Il serait souhaitable cependant de croiser la Jaboticatuba, qui produit de grands fruits et des embryons zygotiques, avec le cultivar Sabará de meilleure qualité mais dont les fruits sont petits. Comme on obtiendrait 100 pour cent d'hybrides, on pourrait ensuite réussir des sélections à grands fruits et de meilleure qualité.

ARAZÁ
(*Eugenia stipitata*)

Nom botanique: *Eugenia stipitata* Mc Vaugh

Famille: myrtacées

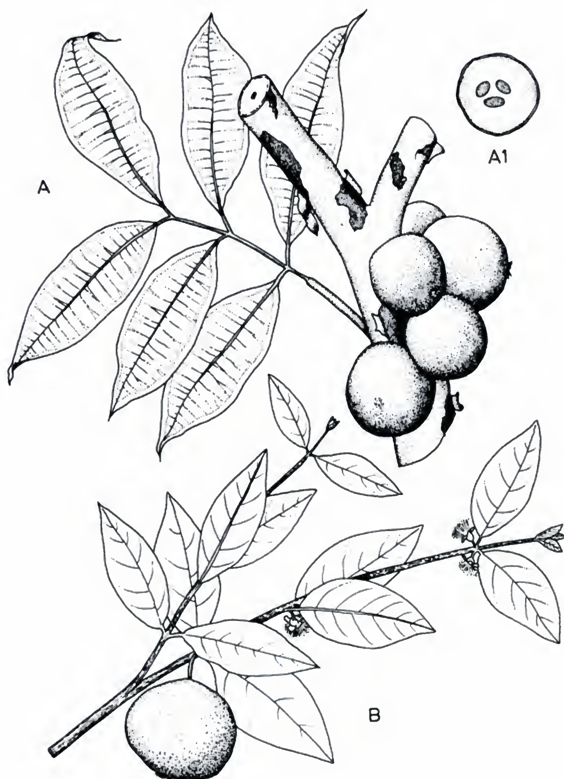
Noms communs. *Français:* arazá; *espagnol*: arazá (Pérou); *portugais:* araçá-boi (Brésil)

Eugenia stipitata comprend deux sous-espèces: *stipitata*, de l'Etat d'Acre au Brésil, et *sororia*, plus largement distribuée, de la vallée du río Ucayali au Pérou. Cette dernière paraît avoir été semi-domestiquée en Amazonie occidentale, encore qu'elle ait pu être originaire de sa portion sud-est. L'arazá a dû subir un long processus de sélection de la part des communautés amérindiennes, comme on peut le déduire de la grande taille des fruits, qui arrivent, dans le matériel cultivé, à 12 cm de diamètre, avec un poids de 740 g, alors que dans les populations sauvages ils ne dépassent pas 7 cm de diamètre et un poids de 30 g. L'espèce est encore en plein processus de domestication; les deux institutions qui ont le plus travaillé sur ce fruit sont la station expérimentale de San Roque de l'INIAP, à Iquitos au Pérou, et l'INPA à Manaus au Brésil.

Aujourd'hui, l'arazá est cultivé dans de petites propriétés dans tout le bassin du Solimões (Haute Amazone), non comme culture commerciale mais comme élément de la mosaïque complexe de cultures caractéristique de l'agriculture tradition-

FIGURE 26

A. Jaboticaba (*Myrciaria Jaboticaba*); A1. section du fruit; B. arazá (*Eugenia stipitata*)



nelle de la région. Il est relativement courant sur les marchés de la ville de Tefé, qui se trouve à mi-chemin entre Manaus et Iquitos.

Utilisations et valeur nutritive

L'arazá est utilisé pour confectionner des jus, des rafraîchissements, des glaces, des confitures et des desserts; les fruits sont rarement consommés au naturel en raison de leur acidité (pH de 2,5 pour le jus). A la différence du camu-camu (*Myrciaria dubia*) qui arrive à avoir plus de 2 pour cent d'acide ascorbique par rapport à son poids frais, le potentiel de l'arazá est dû à ses caractéristiques intrinsèques en tant que fruit: saveur, couleur, texture et odeur agréables.

La valeur nutritive de l'arazá est très semblable à celle de l'orange, à l'exception de la teneur en vitamine C qui est plus du double dans l'arazá.

Description botanique

Eugenia stipitata est un arbuste ou un petit arbre pouvant atteindre 2,5 m, assez ramifié depuis la base. Les feuilles, simples, opposées, elliptiques et légèrement ovales, mesurent 6 à 18 × 3,5 à 9,5 cm; le sommet est acuminé, la base arrondie à subcordée, et les nervures primaires et secondaires sont assez évidentes. Les inflorescences sont en grappes axillaires, habituellement de deux à cinq fleurs; celles-ci ont 1 cm de large et sont pédicellées; elles ont quatre sépales, arrondis, cinq pétales, blancs, ovales, de nombreuses étamines et un ovaire à trois ou quatre loges. Les fruits sont des baies subsphériques pouvant atteindre un diamètre de 12 cm et un poids de 750 g lorsqu'elles sont mûres; la pulpe est jaune; la peau est fine, brillante, jaune et satinée; les graines, peu nombreuses, oblongues, peuvent atteindre 2,5 cm.

La sous-espèce *stipitata* présente un moins grand nombre d'étamines et un port arborescent, tandis que la sous-espèce *sororia* a un port arbustif et un plus grand nombre d'étamines.

Ecologie et phytogéographie

E. stipitata est une espèce des zones semi-ouvertes ou ouvertes. La majorité des populations sauvages se trouvent sur d'anciennes terrasses non inondables, sur des sols podzoliques tropicaux blancs, fortement lixiviés, que l'on trouve répartis de façon ponctuelle à l'intérieur de la région comprise entre les fleuves Marañon, Ucayali et le début de l'Amazone, jusqu'à Iquitos (spp. *sororia*). Le camu-camu et l'arazá ont des feuilles sclérophylles, ce qui les rend très efficaces pour capter les nutriments et l'eau.

Il n'y a pas à s'étonner que l'on obtienne pour l'arazá des productions de 20 à 30 tonnes de fruits par hectare et par an sans grand effort de sélection ou d'amélioration, et qu'en culture en terrasses amazoniennes l'arazá soit plus productif que le camu-camu.

Même si l'on ne possède pas d'études détaillées de son système reproductif, d'après sa morphologie florale, l'espèce doit être allogame avec une autogamie facultative, puisque l'on observe des taux d'autogamie de l'ordre de 2 pour cent. Cela lui permettrait aussi bien de conserver un potentiel évolutif que de présenter une certaine adaptation à l'environnement.

L'espèce se récolte plusieurs fois par an. Si l'on compare les courbes de production des fleurs et des fruits aux précipitations pendant la même période, on constate qu'elles coïncident assez bien avec un déphasage d'environ un mois, ce qui semble indiquer que le régime hydrique facilite les processus phénologiques.

Diversité génétique

Il n'existe pas de données sur la diversité génétique de l'arazá. Le fait de présenter une allogamie facultative suggère qu'il présente un haut degré d'hétérozygotie, ce qui correspond à ce que l'on attend de la majorité des espèces de la région.

La dispersion à grande distance est probablement effectuée par les oiseaux et peut-être par les

chauves-souris frugivores, avec des distances de dispersion très variables, permettant l'échange de gènes entre des populations éloignées. Il est probable qu'il existe une plus grande différence à l'intérieur d'une même population qu'entre les populations. Cela dit, le fait qu'il existe deux sous-espèces dans des zones relativement restreintes suggère que la dispersion à grande distance n'est pas très efficace et qu'il existe des obstacles à la distribution qui sont difficiles à expliquer du point de vue écologique. La diversité génétique ne paraît pas être en danger; néanmoins, il n'existe que deux collections de matériel génétique: celle de San Roque avec 50 échantillons et celle de l'INPA avec cinq.

Pratiques culturales

Semis. Les graines sont récalcitrantes et, en réfrigération, elles perdent plus de 70 pour cent de leur pouvoir germinatif au bout de 40 jours. Les semis doivent donc se faire dans les cinq jours qui suivent la récolte des graines.

On maintient les semis à l'ombre complète; les graines sont distantes de 2 cm les unes des autres et couvertes à ras, puisque des couvertures plus épaisses inhibent la germination. Comme planche de semis, on recommande du bois tendre partiellement décomposé; l'utilisation de terre n'est pas recommandée. La germination n'est pas uniforme et peut prendre jusqu'à 80 jours; dans les conditions décrites, le taux de germination peut atteindre près de 100 pour cent.

Pépinières. Les plantules sont maintenues dans la planche de semis jusqu'à ce qu'elles atteignent de 7 à 10 cm; on les repique alors dans des sacs de polyéthylène de 6 à 8 kg remplis d'un mélange de terre et de 10 pour cent de fumier. Les plants y restent jusqu'à un an: six mois à l'ombre et six mois à mi-ombre.

Mise en place. Au bout d'un an, on repique en place. A San Roque, on a adopté des distances de 3 × 3 m, en creusant des fosses de 50 cm de profondeur et de 30 à 50 cm de diamètre. Le sol est mélangé à 0,5 kg de fumier. On recommande d'éliminer les mauvaises herbes chaque mois dans la plantation, en incorporant la matière organique au sol. Les résultats expérimentaux de fertilisation semblent indiquer que l'amendement organique avec du fumier est préférable aux engrais chimiques.

En Amazonie, on recommande de ne pas utiliser d'engrais chimique, car on n'en connaît pas les répercussions possibles sur le milieu ambiant. En outre, du fait du coût de ces apports, la culture peut ne pas être économiquement viable. Au cours d'essais de fertilisation, les amendements chimiques n'ont d'ailleurs influé ni sur la formation des fruits (entre 20 et 40 pour cent, moyenne de 25 pour cent) ni sur la production totale, ce qui justifie de ne pas en conseiller l'utilisation dans la région.

Perspectives d'amélioration

Il est difficile de prévoir les limites supérieures de production de l'arazá, car il se trouve encore dans une phase préliminaire de domestication. On n'en connaît pas la base génétique, et ce que l'on sait des pratiques d'exploitation est si limité qu'il est impossible de faire des projections réalistes. Sans aucun doute, en conditions de culture adéquates, la production pourra être passablement supérieure à ce qu'elle est actuellement, et la culture dans d'autres régions pourra amplement justifier l'amendement chimique.

Il ne paraît pas y avoir de problèmes phytosanitaires sérieux; l'espèce est fortement attaquée par la mouche méditerranéenne des fruits, ce qui réduit la densité normale des plantations si l'on n'adopte pas de mesures sophistiquées de lutte biologique.

La réussite de l'arazá comme culture de large diffusion dépendra surtout des développements

technologiques qui faciliteront son acceptation sur les marchés extérieurs à la région; tout programme d'amélioration ou de sélection devra porter sur des paramètres comme l'aspect, la couleur, la sapidité et la résistance des fruits au transport et au stockage.

FEIJOA
(*Feijoa sellowiana*)

Noms botaniques: *Feijoa sellowiana* Berg, *F. sellowiana* var. *rugosa* Mattos
Famille: myrtacées
Noms communs. Feijoa (dans le monde entier); *espagnol:* guayabo grande, guayabo chico (Uruguay); *portugais:* goiaba serrana, goiaba verde, goiaba abacaxí (Brésil); *anglais:* pineapple guava (Etats-Unis)[1]

La feijoa est un fruit subtropical connu dans le sud du Brésil, le nord-est de l'Argentine, en Uruguay et dans l'ouest du Paraguay depuis les temps préhispaniques. Il est connu sur la Côte d'Azur française depuis 1890, date à laquelle il a été introduit par le professeur Edouard André, de l'Ecole d'horticulture de Versailles, grâce à des semences provenant d'Argentine. En 1990, il a été introduit en Californie, où sa culture s'est étendue. En Uruguay, on le cultive commercialement depuis 50 ans. Il est cultivé et très apprécié en Nouvelle-Zélande. Au Brésil, il existe des études et une sélection de variétés, mais cette culture n'a jamais atteint une importance commerciale.

Utilisations
Les fruits frais sont largement consommés en raison de leur goût et de leur arôme caractéristiques semblables à ceux de l'ananas. Les pétales charnus des belles fleurs de cet arbuste sont également appréciés. Il existe en outre dans le commerce une grande variété de produits industrialisés sous forme de pâtes, confitures, fruits confits, fruits au sirop et liqueur. La pulpe peut être utilisée dans l'industrie des rafraîchissements et des glaces.

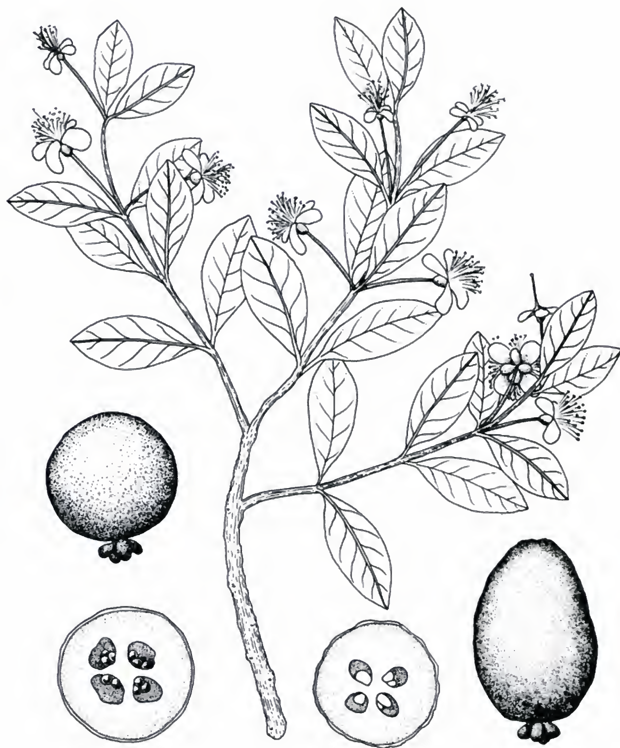
Description botanique
Feijoa sellowiana est un arbuste ou un petit arbre de 3 à 5 m de haut, très ramifié, qui a des tiges de couleur cendre rougeâtre, avec une écorce qui s'en va par petites plaques. Les feuilles sont opposées, à pétioles courts, à lames de 2 à 5 cm de long sur 1 à 3 cm de large, coriaces, oblongues, la face supérieure étant vert sombre et brillante et la face inférieure blanchâtre. Les pédoncules sont axillaires et uniflores. Les fleurs ont quatre pétales ovales, charnus, blancs à l'extérieur et pourprés à l'intérieur, avec quatre sépales persistants. Les étamines sont nombreuses, érigées et pourpres. Les fruits sont blongs ou sphéroïdes, de 5 à 8 cm de long sur 3 à 7 cm de diamètre; il existe des variétés de fruits lisses ou rugueuses, de couleur verte ou jaune. L'arbuste fleurit au printemps; les fruits mûrissent à l'automne, entre mars et mai dans l'hémisphère sud, et d'octobre à décembre dans l'hémisphère nord. Les variétés précoces mûrissent en mars, les tardives après avril, dans l'hémisphère sud.

Ecologie et phytogéographie
L'espèce est largement distribuée dans la partie méridionale de l'Amérique du Sud, depuis le 26e parallèle au sud de l'Etat du Paraná au Brésil, jusqu'au 35e parallèle en Uruguay, y compris le nord-est de l'Argentine et le centre-sud du Paraguay. Au Brésil, il existe encore des populations sauvages dans les forêts galeries et les zones déboisées, à plus de 500 m d'altitude, raison pour

[1]La feijoa, qui appartient aussi à la flore néotropicale, est souvent citée dans la littérature sous le nom de «araçá», mais elle appartient au genre *Psidium*, qui comprend beaucoup d'espèces, dont le guayabo.

FIGURE 27

Feijoa (*Feijoa sellowiana*): formes et sections du fruit



laquelle on la connaît sous le nom de «goiaba serrana». Elle est fréquente dans les Etats de Santa Catarina et Rio Grande do Sul, dans les *campos* de Cima da Serra, sur la côte supérieure du nord-est, dans les serras du sud-est et à Santana do Livramento. L'été y est chaud et pluvieux et l'hiver atteint des températures de 0 à 8 °C pouvant descendre jusqu'à – 4°C.

Diversité génétique

Il s'agit d'une plante à pollinisation croisée dont l'autostérilité est fréquente. Il existe cependant des sélections autofertiles. Lorsqu'elle provient de multiplication par semences, elle présente une grande diversité génétique, aussi bien dans la nature que dans les vergers. La diversité se manifeste dans la forme et le port de la plante et les caractéristiques du fruit. En Uruguay, on connaît 11 cultivars dont se détachent Botali par sa taille, ses fruits de 6,5 × 3,8 cm, sa saveur accentuée et sa maturation tardive, ainsi que M-4, de forme sphérique, de belle couleur jaune rougeâtre et d'une douceur extraordinaire. Au Brésil, on a sélectionné Santa Elisa et Campineira, le premier fruit étant de taille moyenne, (4,5 × 3,5 cm), lisse, sucré, savoureux, et le deuxième oblong et rugueux. En Californie, on cultive les variétés Coolidge, Superb, Choiseana, Triumph et Herhe; en France, les variétés André et Besson, d'excellente qualité.

Pratiques culturales

La feijoa se multiplie par semis, marcottage, boutures et greffes. La multiplication par semences produit des plantes très hétérogènes, aussi cette méthode n'est-elle utilisée que pour la production de porte-greffes et dans les petits vergers domestiques. Les graines sont récalcitrantes; on les sème donc dès qu'elles sont recueillies, en planches, selon la technique classique, ou directement dans des sacs de polyéthylène de 30 × 20 cm. On les repique ensuite en pépinière à une distance de 1 × 0,40 m jusqu'à ce qu'elles atteignent 60 à 80 cm de haut, ou bien on les greffe avec des variétés sélectionnées. Le marcottage est une méthode fastidieuse que l'on n'utilise que pour la production d'un nombre réduit de plants.

La multiplication par boutures semi-ligneuses de pousses terminales portant des feuilles est tout à fait à recommander; ces boutures doivent mesurer de 10 à 15 cm de long, être traitées avec des hormones d'enracinement et être placées dans des chassis en verre ou en plastique, saturés d'humidité. Elles émettent des racines en 15 à 20 jours. Les boutures enracinées sont repiquées dans des sacs de polyéthylène de 30 × 20 cm où elles restent un an, tant qu'elles n'ont pas atteint 60 à 80 cm de haut; on les plante alors en verger.

La greffe est latérale sur des porte-greffes existant en pépinière ou dans des sacs de polyéthylène; la technique est connue sous le nom de «Veneer». Les plants jeunes à bouture greffée de 60 à 80 cm de haut se transplantent en verger à une distance de 6 × 3 m ou 6 × 2 m, ce qui donnera de 550 à 850 petits arbres par hectare. Ces densités, avec une production moyenne de 1 000 fruits par arbre adulte et des fruits de 30 à 60 g, donnent des rendements qui varient de 16 à 50 tonnes par hectare.

Les fruits de feijoa sont appréciés par les mouches du fruit, principalement *Anastrepha*, surtout dans les lieux où les températures sont élevées en Amérique du Sud, et *Ceratitis capitata* en Méditerranée et en altitude en Amérique du Sud.

Le fruit est assez résistant au transport; cependant, pour le marché des fruits frais, il requiert des soins spéciaux après la récolte, pour l'emballage, l'emmagasinage en chambre frigorifique et le transport. Dans l'industrie, il n'exige pas autant de soins et on peut même recueillir les fruits tombés par terre s'ils ne présentent pas de défauts.

Perspectives d'amélioration

La couleur verte que présentent les fruits de la

plupart des variétés connues est considérée comme un inconvénient pour leur commercialisation car elle est peu attrayante. Aussi recherche-t-on des cultivars de couleur jaune et rouge. L'autostérilité partielle ou totale est un autre problème qui affecte la production. Il faut procéder à des sélections autofertiles et à des études sur la compatibilité pollinisatrice entre variétés.

La culture de feijoa peut s'étendre dans les régions subtropicales qui n'ont pas d'hiver rigoureux, mais l'espèce a besoin d'être mieux connue, surtout ses caractéristiques et ses conditions de culture. La disponibilité de matériel génétique pourra contribuer à l'expansion de ce fruit précieux de la flore néotropicale.

Bibliographie

Anderson, O. & Anderson, V.U. 1988. *As frutas silvestres brasileiras*. Publicações O Globo Rural.

Berg, O.C. 1857-59. Myrtaceae. In *Flora brasiliensis*. Martius. CFP.

Cavalcante, P.B. 1988. *Frutas comestíveis da Amazônia*. Museu Paraense «Emilio Goeldi». Belém, Brésil, CNPq.

Chavez, W.B. & Clement, C.R. 1984. Considerações sobre o araçá-boi (*Eugenia stipitata* McVaugh, Myrtaceae) na Amazônia brasileira. *Anais Congr. Bras. Fruticultura*, 7: 167-177.

Clement, C.R. 1991. Frutas de la Amazonia: descuidadas y amenazadas pero todavía recursos potencialmente ricos. *Diversity*, 7: 62-64.

Falco, M.A., Chavez, W.B., Ferreira, S.A.N., Clement, C.R., Barros, M.J.B., Brito, J.M.C. & Santos, T.C.T. 1988. Aspectos fenológicos e ecológicos do araçá-boi (*Eugenia stipitata* McVaugh) na Amazônia central. I. Plantas juvenis. *Acta Amazónica*, 18: 27-38.

Hoene, F.C. 1946. *Frutas indígenas*. Instituto de Botânica, Sc. Agric. Ind. e Com.

Legrand, C.D. & Klein, R.M. 1977. Mirtáceas. In *Flora ilustrada de Santa Catarina*. Mirtáceas. Itajaí, Brésil, Reitz, R.

Legrand, C.D. & Klein, R.M. 1978. Mirtáceas. In *Flora ilustrada catarinense*, p. 733-777. Itajaí, Brésil, Reitz, R.

Mattos, J.R. 1986. *A goiabeira serrana*. Instituto de Pesquisa de Recursos Naturais Renováveis. Sec. Agricultura. R.G. Sul. Publicações IPRNR, 19: 84.

Pinedo, M., Ramírez, F. & Blasco, M. 1981. *Notas preliminares sobre el arazá* (Eugenia stipitata), *frutal nativo de la Amazonia peruana*. Publicación Miscelánea n° 229. Lima, IICA.

Popenoe, W. 1934. *Manual of tropical and subtropical fruits*. New York, Macmillan.

Roosmalen, M.G.M. 1984. *Fruits of the Guianan flora*. Pays-Bas. Institute of Systematic Botany, Utrecht University.

Tamaro, D. 1964. *Tratado de fruticultura*, 4ᵉ éd. Barcelone, Espagne, Gustavo Gil.

Topé
(*Calathea allouia*)

Nom botanique: *Calathea allouia* (Aubl.) Lindl.
Famille: Marantacées.
Noms communs: *Français:* touple nambours (Sainte-Lucie), alléluia, curcuma d'Amérique (France), topé; *espagnol:* dale dale (Pérou [Amazonie]), agua bendita, cocurito (Venezuela), lerenes (Porto Rico), topitambo ou tambu, topinambur (Antilles); *portugais:* ariá (Brésil [Amazonie]), láirem (Brésil); *anglais:* guinea arrowroot, sweet corn root (Caraïbes)

Le topé (*Calathea allouia*) est une espèce d'oléifère connue et cultivée depuis longtemps par les peuples indigènes d'Amérique tropicale. Elle souffre d'une perte de diversité génétique du fait de l'abandon croissant de sa culture. En Amazonie brésilienne, jusqu'à la fin des années 50, le topé était un légume cultivé à petite échelle par les paysans traditionnels dans leurs potagers, et la racine tubéreuse était consommée bouillie accompagnée de café. Actuellement, dans les communautés les plus éloignées des villes, en Amazonie, il est rare de rencontrer un agriculteur qui poursuive la culture du topé dans son jardin. Les populations indigènes, pour des raisons culturelles, sont celles qui continuent à cultiver l'espèce.

Distribué dans le monde entier, le topé a été bien accepté, mais n'est arrivé nulle part à être une culture importante. En Amazonie brésilienne, son abandon croissant paraît avoir été provoqué par deux facteurs principaux: son cycle végétatif très long (de 10 à 12 mois) et son remplacement dans le régime alimentaire des petits producteurs ruraux par d'autres types d'aliments (patate douce, cará, igname) ou par des produits industrialisés (pain, gâteaux à base de blé). Y compris dans sa région d'origine où sa culture est millénaire, le topé ne s'utilise aujourd'hui que dans une agriculture de subsistance pratiquée par des agriculteurs traditionnels et par les populations indigènes.

Les racines tubéreuses du topé se consomment bouillies, et leur texture reste croquante même après un long temps de cuisson, caractéristique qui rend le tubercule très sapide. Sa cuisson dans l'eau dure de 15 à 20 minutes, et son goût ressemble à celui du maïs vert bouilli. Outre sa consommation sous forme isolée, le topé peut être utilisé dans les salades, la mayonnaise et des plats confectionnés à base de poisson.

En Amérique du Sud, la teinture des feuilles est utilisée en médecine traditionnelle, pour le traitement de la cystite et comme diurétique. Les feuilles fraîches s'employaient pour la confection de vêtements pour bébés, car elles étaient résistantes et durables.

Les conditions climatiques qui prévalent dans les tropiques humides – température et humidité relative élevées durant toute l'année – sont d'une façon générale défavorables pour la culture de légumes de climat tempéré ou subtropical. En même temps, elles favorisent le développement de parasites et micro-organismes phytopathogè-

---

Les auteurs de ce chapitre sont H. Noda, C.R. Bueno et D.F. Silva Filho (INPA, Manau, Brésil).

nes. C'est dans ce contexte qu'il faut évaluer les potentialités des espèces peu connues. Dans les plantations de l'INPA à Manaus, on n'a pas constaté au cours des 15 dernières années d'attaques de ravageurs ou de présence de maladies qui aient causé des dommages significatifs au topé.

L'étude des systèmes agrosylvicoles s'est intensifiée ces dernières années. Ce sont des systèmes qui bénéficient des techniques et espèces végétales utilisées par les agriculteurs traditionnels et indigènes. On croit qu'ils constituent les modalités d'exploitation des terres écologiquement les plus adaptées aux tropiques humides. Le topé est un légume qui a été pendant des siècles cultivé dans les jardins et des indices historiques ont permis de connaître le rôle important qu'il a joué dans les systèmes agrosylvicoles.

Description botanique

C. allouia est une espèce pérenne qui forme des touffes de 1 m de hauteur. Elle a des racines tubéreuses, de forme ovoïde ou cylindrique de 2 à 8 cm de long et 2 à 4 cm de diamètre. Les feuilles ont une base enveloppante formant des pseudo-tiges courtes; les pétioles sont longs et striés; les lames foliaires, elliptiques et semblables à celles de la canne des Indes, mesurent de 20 à 60 × 5 à 20 cm. Les fleurs sont blanches, d'environ 2 à 5 cm de long avec un staminode et un ovaire triloculaire. La tubérisation commence à l'extrémité des racines fibreuses.

Les racines tubéreuses contiennent de 13 à 15 pour cent d'amidon et 6,6 pour cent de protéines (par rapport à la matière sèche). Parmi les acides aminés (on n'a pas mesuré la teneur en tryptophane), on a seulement constaté des déficiences en cystine, qui n'ont pas beaucoup d'importance car le topé n'est pas un aliment d'usage habituel. Tous les autres acides aminés sont présents en concentration importante, surtout les acides aminés essentiels.

Dans la collection de l'INPA, la floraison des plants ne se produit que sur 2 pour cent des exemplaires et ne donne pas de graines viables. La multiplication du topé se fait végétativement au moyen des rhizomes, de chacun desquels sortent environ 20 pousses.

Ecologie et phytogéographie

L'ombre peut favoriser la croissance des plantes, mais celle-ci est encore meilleure en plein soleil lorsque l'humidité, les nutriments et le drainage du sol ne sont pas des facteurs limitants. Le cycle, depuis la plantation jusqu'à la récolte, est de 9 à 14 mois, selon les conditions climatiques. Quelques auteurs ont signalé que le déficit hydrique pouvait réduire le cycle de la plante, provoquant une réduction de la production des tubercules. Avec les introductions provenant de Lábrea et Tefé et en commençant la culture pendant la saison des pluies et avec un supplément d'eau, on est arrivé à récolter les tubercules au bout de 253 jours à Solimões, au Brésil.

Le topé exige des sols de texture moyenne, car ceux qui sont très argileux sont préjudiciables au développement des racines tubéreuses, et dans les sols sableux la croissance est insuffisante.

Le topé se distribue géographiquement à travers Porto Rico, les Antilles et les pays situés dans le nord de l'Amérique du Sud (Guyanes, Venezuela, Colombie, Equateur, Pérou et Brésil). On suppose qu'il est originaire de ces pays. On a des indications de l'introduction du topé en Inde, à Sri Lanka, en Malaisie, en Indonésie et aux Philippines.

Diversité génétique

Le genre *Calathea* présente une grande diversité génétique; on a décrit, surtout en Amérique tropicale, plus de 100 espèces. *C. lutea*, espèce du même genre connue sous le nom de *cauassú*, casupo, topinambour ou *bijão*, est un grand arbuste de la région basse de l'Amazonie, utilisé pour la production de cire. Dans la famille des

FIGURE 28
Topé (*Calathea allouia*)



marantacées, deux autres espèces d'intérêt économique sont *Ischnosiphon arouma*, connue sous le nom de tiriti, dont on utilise les branches pour la fabrication de corbeilles, et *Maranta arundinacea*, connue sous le nom d'*arrowroot* ou *araruta* (au Brésil), dont on extrait du rhizome un amidon de forte viscosité.

Bien que cultivé uniquement à petite échelle par certains agriculteurs traditionnels et par les populations indigènes, le topé peut se rencontrer pratiquement dans toute la région de l'Amazonie. Les racines tubéreuses se vendent habituellement dans les foires et sur les marchés de villes comme Manaus, Belém, Porto Velho, Santarém, Tefé et Benjamin Constant au Brésil, et à Iquitos en Amazonie péruvienne. On ne trouve pas de traces bibliographiques de l'utilisation de cultivars génétiquement destinés à l'exploitation commerciale. Au cours des 15 dernières années, l'INPA a effectué des recherches et distribué du matériel de multiplication aux petits agriculteurs dans le cadre de ses activités de vulgarisation. Ce matériel provient de collectes effectuées dans l'intérieur de l'Amazonie.

Les observations réalisées à partir des programmes de recherche et d'entretien de la collection permettent de supposer la présence d'une certaine diversité génétique parmi les différentes introductions, particulièrement lorsqu'on examine les caractéristiques morphologiques et la taille des tubercules.

Du fait de son statut de culture d'importance économique limitée, le topé a été rarement étudié et la bibliographie relative à l'espèce est très réduite. La conservation des ressources génétiques se fait pratiquement *in situ* par les agriculteurs traditionnels et les populations indigènes. Il faut mentionner l'existence d'une collection à l'Institut Mayaguez d'agriculture tropicale de l'USDA à Porto Rico et les efforts de l'INPA en vue d'élargir la diversité génétique de sa collection à travers de nouvelles introductions.

On peut supposer qu'actuellement l'érosion génétique est élevée. Au cours des 30 dernières années, les agriculteurs traditionnels ont progressivement abandonné la culture du topé.

Pratiques culturales

L'espèce se multiplie par rhizomes. Après la récolte des racines tubéreuses, on maintient celles-ci dans des lieux frais et secs jusqu'au moment de la transplantation.

Habituellement, le topé se cultive dans des zones réduites où l'on pratique une agriculture de subsistance et où il est fréquemment associé au manioc, au bananier ou aux arbres fruitiers. A Porto Rico, on le plante à l'ombre des caféiers. L'association avec des espèces ligneuses est due au fait que l'ombre totale ou la mi-ombre est trés importante pour le bon développement végétatif.

Après la plantation, le topé a besoin de peu de soins. Dans les zones infestées de nématodes phytoparasites, le topé ne présente aucun symptôme d'attaque par ces parasites. C'est une plante antagonique du nématode de la noix de galle, *Meloidogyne incognita*, en raison des sécrétions radiculaires qui nuisent à l'éclosion, à la pénétration et à la reproduction des larves.

Les qualités physiques et chimiques du sol ont une incidence sur la productivité du topé en racines tubéreuses. La productivité se multiplie par quatre si on le cultive dans des parcelles amendées avec des engrais organiques (résidus de fruits et de légumes). Le sol approprié pour la culture du topé paraît être la terre franche-argileuse, qui retient les nutriments et permet un bon drainage, l'addition de matières organiques étant également nécessaire.

On plante généralement à une distance de 0,60 m entre les rangées et 0,45 à 0,80 m entre les plants. Dans les études réalisées par l'INPA à Manaus, on adopte actuellement des distances de 1 m entre les rangées et 0,50 m entre les plants. Les obser-

vations démontrent que les plantations les plus denses sont les plus valables.

Le supplément d'eau est une condition nécessaire pour obtenir de bons rendements. Les faibles rendements peuvent être dus principalement à la sécheresse en fin de saison des pluies. En effet, à Manaus, en arrosant la plantation aux périodes critiques, on a obtenu une productivité des racines plus uniformes et proche de 15 tonnes par hectare.

Le rendement dans les plantations expérimentales de l'INPA à Manaus a été très variable. La productivité par plant se situe entre 100 et 2 200 g. La plantation en sol sableux avec addition de matières organiques a atteint des rendements de 936 g par plant. On a mentionné des productivités de 10 tonnes par hectare et, en petites parcelles, de 2 à 12 tonnes par hectare.

Sporadiquement, la partie souterraine peut être attaquée par des insectes. Les larves de coléoptères et lépidoptères causent des lésions aux rhizomes et tubercules. On a observé sur les feuilles des attaques d'acariens qui causent la mort des plants.

La récolte des racines tubéreuses en sol argileux peut se faire simplement en arrachant les plants. Cependant, la manière la plus usuelle de procéder est de creuser soigneusement le sol autour de la plante à l'aide d'une houe, afin de la retirer plus facilement sans causer de dommages aux racines tubéreuses. Après la récolte, celles-ci peuvent rester pendant des périodes allant jusqu'à 10 semaines dans des lieux ouverts et ventilés. Malgré la perte de poids accentuée – 29 pour cent au bout de 10 semaines –, la meilleure méthode d'emmagasinage des tubercules est de les placer dans les paniers de fibres végétales qu'utilisent les agriculteurs pour garder les racines, tubercules et farines, et qui sont doublés extérieurement de feuilles sèches. Le stockage en conservateurs réduit la perte de poids mais est très préjudiciable aux racines tubéreuses dont il compromet les caractéristiques considérées comme bonnes pour leur commercialisation.

Perspectives d'amélioration

Les connaissances sur l'amélioration génétique du topé sont encore faibles; son exploitation commerciale est rare et sa culture au moyen de techniques modernes peu développée. En fait, l'abandon progressif de la culture par les agriculteurs traditionnels eux-mêmes peut conduire à une réduction extrême de la diversité génétique et même à l'extinction de l'espèce.

Il est indispensable de stimuler les études biologiques fondamentales capables de donner les bases d'améliorations phytotechniques et il faut également rechercher de nouvelles techniques de multiplication végétative. Par exemple, l'immersion du rhizome dans de l'eau chaude à 48 °C pendant 10 minutes avant la plantation augmente l'apparition de pousses de 24 pour cent par rapport au témoin non traité. Cette expérience démontre par ailleurs que l'immersion pendant un temps plus prolongé a des effets nuisibles.

D'autres études montrent que la photopériode exerce une influence marquée sur le début du processus de tubérisation, qui est provoqué par des jours courts, tandis que la formation de rhizomes est favorisée par des jours longs. Des températures nocturnes de 10 °C réduisent la croissance générale des plants et empêchent la formation des tubercules.

A Porto Rico, on a observé que la plantation de rhizomes en novembre et décembre ne présente pas de dormance et que la tubérisation est importante lorsque la plantation se fait au milieu de novembre et en plein soleil. L'irrigation est un facteur important dans le processus de production et doit être constante pendant tout le cycle de la plante. Le topé est une espèce très sensible à de petits déficits hydriques, et une disponibilité d'eau plus importante a un effet d'accélération et de stimulation de la croissance des racines tubéreu-

ses et favorise la formation de nouveaux rhizomes. L'évolution du topé présente le caractère particulier d'être inscrite dans les limites d'une agriculture traditionnelle ou d'une agriculture indigène. Cet aspect est un défi au chercheur qui devra choisir avec soin la voie la plus appropriée pour le développement de l'espèce. Quelle sera la place qu'elle devra occuper dans l'agriculture de l'avenir? Cela dépendra sans aucun doute de l'évolution de l'agriculture elle-même. Il est probable que sa place n'est pas dans l'agriculture de monoculture à usage intensif d'intrants et à hauts rendements et que, dans ce contexte, son abandon total n'est qu'une question de temps. La solution pour sa survie peut se trouver uniquement dans le cadre de l'évolution de l'agriculture indigène traditionnelle. La rénovation actuelle des activités agricoles en milieux fragiles et complexes, comme ceux des tropiques humides et plus spécifiquement ceux de la région de l'Amazonie, représente un effort de synthèse par lequel la science interprète les techniques agricoles traditionnelles en les reconstruisant à un niveau plus élevé. Cette nouvelle modalité d'exploitation modifie cependant les modèles sur lesquels l'agrosylviculture a été conçue: autosoutenabilité, intégration dans l'espace et dans le temps des éléments qui la composent, optimisation de l'utilisation des ressources disponibles, et adéquation des agents productifs par rapport aux processus écologiques.

Le topé est un légume particulièrement recommandé pour son utilisation dans des systèmes agrosylvicoles où ses limitations agronomiques, considérées du point de vue de la monoculture conventionnelle (par exemple, son exigence d'ombre et son mode de multiplication), pourraient se transformer en avantages.

Orientations de la recherche

Les projets actuels de recherche devront examiner deux aspects:

- Ressources génétiques: collecte de plasma germinatif dans toutes les zones de distribution en Amérique; implantation d'au moins deux banques de gènes, une en Amérique centrale et une autre dans la partie septentrionale de l'Amérique du Sud; réalisation d'essais de provenance pour identifier les génotypes agronomiquement supérieurs.
- Développement de plans de production associés à l'étude de systèmes agrosylvicoles.

La conception de plans de production pour le topé est nécessaire pour définir les biotypes souhaités dans les programmes d'amélioration génétique.

Bibliographie

Bueno, C.R. 1981. Contribuição ao controle de *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White, 1919) Chitwood, 1949 (Nematoda: Heteroderidae), raça fisiológica IV, com utilização de ariá (*Calathea allouia* (Aubl.) Lindl.). Manaus, Brésil, CNPq/INPA/Universidade do Amazonas. (Thèse)

Bueno, C.R. 1989. Controle ambiental e ação de reguladores de crescimento no desenvolvimento de plantas de ariá (*Calathea allouia* (Aubl.) Lindl.). Universidade Estadual de Campinas. (Thèse)

Bueno, C.R. & Weigel, P. 1981. Brotação e desenvolvimento inicial de rizomas de ariá (*Calathea allouia* (Aubl.) Lindl. *Acta Amazónica*, 11(2): 407-410.

Bueno, C.R. & Weigel, P. 1982. Ariá, *Calathea allouia* (Aubl.) Lindl. uma oleífera alternativa para a região tropical. *Proc. Trop. Reg. Am. Soc. Hort. Sci.*, 25: 77-80.

Bueno, C.R. & Weigel, P. 1983. Armazenamento de tubérculos frescos de ariá (*Calathea allouia* (Aubl.) Lindl.). *Acta Amazónica*, 13(1): 7-15.

Bueno, C.R. & Pereira, M.F.A. 1986. Efeitos do fotoperiodo e reguladores de crescimento no desenvolvimento de plantas de ariá (*Calathea*

allouia (Aubl.) Lindl.). *Anais do VI Congresso da Sociedade Botânica de São Paulo*, p. 75-83.

Kay, D.E. 1973. *Root crops*. TPI Crop and Products Digest 2. Londres, Tropical Products Institute.

León, J. 1968. *Fundamentos botánicos de los cultivos tropicales*, San José, Costa Rica, IRCA, OEA.

Martin, F.W. & Cabanillas, E. 1976. Leren (*Calathea allouia*), a little known tuberous root crop of the Caribbean. *Econ. Bot.*, 30: 249-256.

National Academy of Science. 1975. *Underexploited tropical plants with promising economic value*. Washington, DC, NA./USA.

Noda, H., Bueno, C.R. & Silva Filho, D.F. 1991. Genetic erosion threatens native Amazonian vegetable crops. *Diversity*, 7: 62-63.

Noda, H., Paiva, W.O. & Bueno, C.R. 1984. Hortaliças da Amazônia. *Ciência Hoje*, 3(13): 32-37.

Pahlen, A., Kerr, W.E., Noda, H. & Bueno, C.R. 1979. Melhoramento de hortaliças na Amazônia. *Ciência e Cultura*, 31(1): 17-24.

Houx maté
(*Ilex paraguariensis*)

Nom botanique: *Ilex paraguariensis* A. St. Hil. var. *paraguariensis*
Famille: aquifoliacées
Noms communs: *Français*: houx maté, maté, herbe du Paraguay; *guaraní:* ka'a; *kaingangue:* kongóñ; *espagnol:* yerba mate, té de los jesuitas; *portugais:* congonha, erva mate

Très peu diffusé en dehors de l'Amérique, le maté est un arbre qui produit la matière première employée pour son industrialisation et sa consommation comme infusion stimulante – principale utilisation jusqu'à aujourd'hui de cette culture un peu oubliée.

Même si l'on n'a pas encore trouvé de vestiges archéologiques qui en démontrent l'utilisation aux temps précolombiens, on suppose que ce furent les Indiens guaranis qui apprirent aux Espagnols la manière de s'en servir. Mais ce qui paraît être une conséquence indirecte de la découverte est le fait que les premiers hommes qui cultivèrent cette espèce furent les missionnaires jésuites qui, vers 1670, avaient déjà des plantations «artificielles» de maté cultivé. Avec le temps, les villages d'Indiens guaranis baptisés allaient devenir économiquement tributaires de la production de maté.

L'expulsion des jésuites des possessions espagnoles (1767) a représenté une régression dans l'histoire du maté. On en est revenu à une modalité d'exploitation de la forêt qui utilisait exclusivement et insuffisamment les plantations naturelles de maté. On peut dire que ce type d'exploitation forestière, pénible et anti-économique, s'est prolongé jusqu'aux premières décennies du 20[e] siècle, bien que la plantation de maté ait été reprise avec succès en Nueva Germania au Paraguay et à Santa Ana en Argentine en 1897.

Bien que très diminuée, la production de maté n'a pas disparu avec les plantations des jésuites. Pendant le reste de la période coloniale, l'utilisation de cette herbe, très étendue, a persisté, même dans des régions du vice-royaume du Pérou où existait un autre stimulant méthyl-xanthinique du même genre: *Ilex guayusa* Loes. emend. Shemluck, également commercialisé par les jésuites de cette zone à Quito. On a fait la preuve que le trafic du maté n'a pas été interrompu et que son emploi dans ce qui est aujourd'hui le Pérou et l'Equateur était habituel. Cependant, après l'indépendance des colonies espagnoles et l'adoption du libre commerce, c'est le thé anglais qui a commencé à être introduit dans ces pays, ce qui fait que le maté a lentement perdu les marchés de ces pays andins.

La décadence et la disparition totale des plantations de maté cultivé dans les villages d'Indiens baptisés (vers 1820 après une série de guerres livrées dans la région entre les couronnes d'Espagne et du Portugal, suivies des luttes pour l'indépendance), et la politique d'isolement et de contrôle du commerce international suivie par le premier gouvernement du Paraguay indépendant, ont fait que dans les années 1820 le Brésil a

---

L'auteur de ce chapitre est G.C. Giberti (Centro de Estudios Farmacológicos y Botánicos, Buenos Aires, Argentine).

commencé l'exploitation commerciale de ses plantations naturelles.

Les plantations les plus accessibles étaient situées aux environs de Curitiba, Paraná, et du fait de leur lent épuisement elles ont été progressivement remplacées par d'autres situées vers l'ouest. Le produit brésilien, qui a alors commencé à se diffuser sur les marchés sous le nom de «herbe de Paranaguá», était considéré comme de qualité inférieure à celui du Paraguay. Mais avec le temps, il l'a remplacé, et ce phénomène s'est accentué après la guerre de la Triple Alliance (1870).

Les limitations de l'exploitation exhaustive de cette ressource forestière suscitèrent à la fin du 19e siècle des efforts pour réussir à nouveau de grandes plantations de *I. paraguariensis*. Ces efforts furent finalement couronnés de succès, surtout en Argentine.

Parallèlement à la croissance de la production argentine de maté, eut lieu l'extraordinaire expansion des frontières agricoles dans les Etats très traditionnellement producteurs de maté du sud brésilien (Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Mato Grosso do Sul). Fait regrettable, la disparition d'énormes superficies de forêts naturelles dans ces Etats a compromis la préservation de la richesse génétique du maté.

Plusieurs raisons expliquent la faible diffusion du maté en dehors de la zone australe de l'Amérique du Sud: l'histoire économique compliquée de cette plante (à peine ébauchée ici), caractérisée par des périodes de faiblesse alternant avec des périodes d'excès de la demande; l'existence sporadique, mais réelle, d'époques où on l'a altérée avec d'autres végétaux; et même le mode le plus courant de préparation – maté avec pipette –, considéré par beaucoup comme antihygiénique.

L'utilisation principale consiste en infusions théiformes préparées avec les feuilles et les tiges sèches, émiettées industriellement. En général, on remplit de maté de petites calebasses, on y ajoute lentement de l'eau chaude et on absorbe le liquide à travers un tube métallique. Les infusions de *cimarrón* (maté amer) sont généralement modifiées par l'addition de sucre (maté sucré), de lait ou d'herbes aromatiques. D'autres modes de consommation sont le maté bouilli, le *tereré* (maté préparé à l'eau froide, courant au Paraguay et au nord-est de l'Argentine), des liqueurs fabriquées à base de maté, des glaces, des desserts, etc. L'industrie produit également du maté composé (qui comprend des herbes aromatiques et/ou médicinales), du maté soluble et du maté en sachets.

L'infusion aqueuse de maté doit ses propriétés stimulantes à la teneur en caféine (entre 1 et 2 pour cent), de sorte que l'on consomme au bout de 60 minutes une moyenne de 80 à 120 mg de ce pseudo-alcaloïde. Ses qualités nutritives sont dues à sa teneur en vitamines A, C, complexe B et à la présence de sels minéraux (P, Ca et Fe).

L'Argentine, principal producteur et consommateur, cultive dans le nord-est du pays (Misiones et Corrientes) environ 130 000 ha de maté, qui produisent aux alentours de 140 000 tonnes par an. Le Brésil est le deuxième producteur mondial, suivi du Paraguay. Pour la province argentine de Misiones, l'activité relative au maté représente une part importante de son produit brut.

Description botanique

I. paraguariensis est un arbre à feuilles persistantes dioïque pouvant atteindre 18 m de haut. Les feuilles sont alternées, coriaces, obovées, à bord dentelé et extrémité large. Les inflorescences se présentent en fascicules corymboïdes, les mâles ont de trois à onze fleurs, les femelles une ou trois fleurs. Les fleurs sont de petite taille, simples, à corolle blanchâtre; on en compte quatre ou cinq. Le fruit est dans une nucule; il y a quatre ou cinq pyrènes (propagules) monoséminés.

Le maté fleurit au printemps (octobre-novembre); il a une pollinisation entomophile (diptères,

FIGURE 29

A. Houx maté (*Ilex paraguariensis*): A1. inflorescence; A2. fleur; A3. fruit; A4. calebasse et pipette pour la consommation de l'infusion

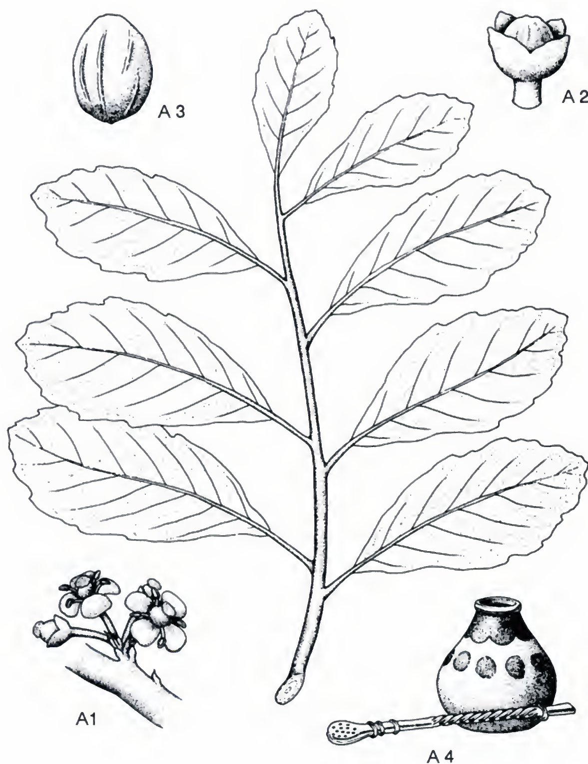
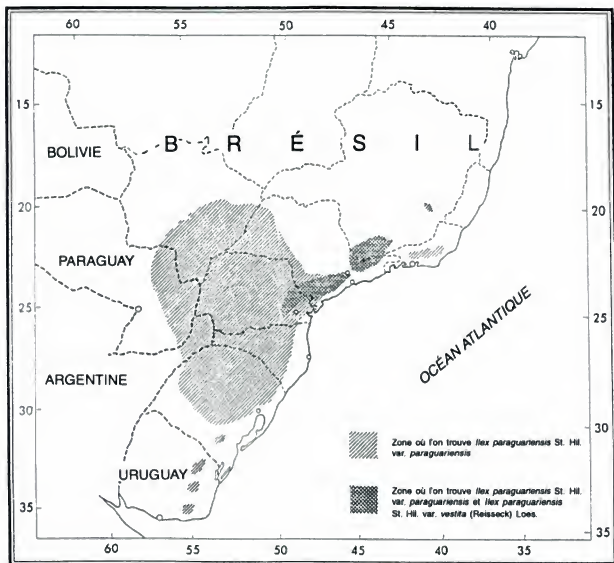


FIGURE 30
Zone de distribution d'*Ilex paraguariensis* var. *paraguariensis* et var. *vestita*



hyménoptères), et fructifie de mars à juin; la dissémination est endozoïque (oiseaux). L'embryon est rudimentaire dans de nombreuses graines mûres extérieurement, ce qui détermine une longue période de germination à partir du moment du semis.

Ecologie et phytogéographie

Parmi les exigences écologiques de cette espèce subtropicale se détachent celles de type climatique, en particulier les précipitations annuelles moyennes et une distribution régulière des pluies tout au long de l'année. Les précipitations ne doivent pas être inférieures à 1 200 mm par an et, pendant le trimestre le plus sec – qui dans la région est l'hiver – le minimum doit être de 250 mm. La zone de distribution sauvage est toujours exempte de déficit hydrique. La température annuelle moyenne est d'environ 21 ou 22 °C. Les températures minimales absolues ne doivent pas être inférieures à –6 °C, les neiges hivernales étant fréquentes sur les plateaux et dans les régions montagneuses au sud du Brésil et à l'est de Misiones.

Le maté pousse bien dans des sols latéritiques, acides (pH entre 5,8 et 6,8), à texture moyenne à fine.

La figure 28 montre la distribution naturelle de *I. paraguariensis*. La zone de culture économique du maté coïncide à peu près avec la zone principale de dispersion de la variété *paraguariensis*.

Diversité génétique

Il n'existe pas encore de tableau moderne et exhaustif qui explique en termes biologiques la diversité infraspécifique de cette espèce de vaste dispersion géographique en Amérique du Sud. Jusqu'à maintenant, et se fondant exclusivement sur les caractères morphologiques, on reconnaît au moins deux variétés: *I. paraguariensis* A. St. Hil. var. *paraguariensis* (le maté cultivé, presque totalement glabre) et *I. paraguariensis* var. *vestita* (Reisseck) Loes. (non acceptable pour l'industrialisation, à pubescence dense). Les deux variétés coexistent dans certaines zones restreintes du Brésil.

Les espèces sauvages les plus proches de *I. paraguariensis* appartiennent au sous-genre *euilex* Loes., sous-section *repandae* Loes. *I. cognata* Reisseck seule vit dans la zone de distribution du maté. *I. cognata* est très peu connue; son nom vernaculaire est chá do mato et elle fait l'objet d'un emploi douteux pour altérer le maté.

Un certain nombre d'espèces sauvages d'*Ilex* sont sympatriques du maté véritable et ont été ou sont utilisées pour la fabrication du produit, même si jusqu'ici et selon la législation en vigueur il faut les considérer comme des altérations. Parmi les espèces les plus fréquemment mentionnées, on peut citer les suivantes: *Ilex affinis* Gardner (le ca'a chirí ou congonha de Goyaz, espèce abondante dans la région du Brésil central et du nord-est du Paraguay); *I. dumosa* Reisseck var. *guaranina* Loes. (yerba señorita, aperea ka'a, cauna, caá chiri, native du Paraguay, de l'Argentine et du Brésil), qui produit un maté de saveur amère dont on suppose qu'il a été cultivé dans les missions par les jésuites pour produire le fameux maté caá miní; *I. theezans* C. Martius ex Reisseck (cauna de folhas largas; ca'a na, congonha), bon succédané de *I. paraguariensis*, (Paraguay, Argentine et Brésil). *I. brevicuspis* Reisseck, la cauna ou voadeira est, comme l'espèce précédente, un compagnon fidèle de *I. paraguariensis* dans les communautés végétales caractéristiques de la région – où se détache également l'*Araucaria* –, mais le produit obtenu par son industrialisation expérimentale est de médiocre qualité.

En dehors de la zone de distribution naturelle et de production du maté, dans le nord-ouest de l'Argentine et le sud-est de la Bolivie, on l'a utilisé pour préparer l'*Ilex argentina* Lillo, espèce affine, dont on sait qu'elle n'accumule pas de caféine, mais de la théobromine. Il s'agit d'un arbre caractéristique de la zone de transition entre les forêts de myrtacées et d'aulnes (*Alnus* spp.) de la région phytogéographique des vallées chaudes.

***Cultivars connus d'*Ilex paraguariensis.** La classification infraspécifique de *I. paraguariensis* est encore à l'étude. Aussi la correspondance entre les variétés biologiques et les variétés horticoles du maté véritable n'est-elle pas claire. On énumèrera ici quelques variétés reconnues comme telles par les agriculteurs des trois pays: Erva de talo-roxo, Erva de talo branco, Erva piriquita (Brésil); Caá verá, Caá manduví, Caá panambí, Caá cuatí, Caá ñu, Caá eté, Caá mi, Caá chacra, Caá-je-heni (Paraguay); Yerba colorada, Yerba señorita, Caá miní (Argentine), etc.

Récemment, l'INTA d'Argentine a commencé la diffusion de graines de clones et de races clonales sélectionnées, qui ont démontré leur supériorité au cours d'essais comparatifs.

Dans les *Ilex* sauvages sud-américains et dans la région productrice de maté, les risques d'éro-

sion génétique sont élevés car la forêt naturelle cède rapidement la place à des activités d'agroforesterie et d'élevage, processus accentué par le pouvoir germinatif relativement faible de nombreuses espèces (surtout celui du maté). Comme on n'a pas encore découvert de méthode adéquate permettant de préserver le pouvoir germinatif de *I. paraguariensis* pendant des périodes prolongées, il n'existe pas de banque de semences de l'espèce. Cela dit, dans la station expérimentale agronomique Cerro Azul de Misiones, en Argentine, on a commencé depuis 1976 à développer un jardin clonal de maté complété par la pépinière créée en 1986 avec *I. paraguariensis* de diverses provenances et d'autres espèces d'*Ilex*.

Pratiques culturales

Dans la zone variée et étendue de production économique du maté, les pratiques culturales ou d'exploitation des plantations naturelles varient considérablement quant à leurs aspects techniques, ce qui donne des rendements différents à l'hectare.

On peut distinguer trois modalités de production que l'on classera par ordre d'importance croissant en fonction de l'emploi des techniques et des rendements:

Exploitation extractive des bois naturels. On exploite la richesse des plantations naturelles. La récolte n'est pas mécanisée et le système de coupe est en général inadéquat. Ce mode de production est diffusé principalement au Brésil.

Système mixte ou d'enrichissement des bois naturels. Ce système consiste à augmenter le nombre de plantations naturelles et à reconstituer celles qui se sont perdues. Au Brésil, où ce système se pratique le plus couramment, il s'appelle densifier les plantations. Comme en général cette technique s'accompagne d'autres qui augmentent le rendement, telles que les soins culturaux et des améliorations des méthodes de taille, l'augmentation du coût de production est compensée.

Plantations cultivées. Il s'agit sans aucun doute du meilleur système, généralisé en Argentine vers 1915. Bien que les coûts soient plus élevés, le rendement à l'hectare augmente beaucoup. Complété par des mesures telles que l'amélioration de la conception des plantations (qui a évolué de la plantation en quinconce et espacée qu'utilisaient les jésuites jusqu'à la culture selon les courbes de niveau et à forte densité à l'hectare), avec des tailles au moment opportun, des travaux culturaux et la récolte, ce système a permis à la production argentine de dépasser la production brésilienne, bien qu'elle se fasse sur une superficie plus réduite et en dehors des environnements les plus adaptés au maté. Par exemple, en passant d'une densité de 1 000 à 1 500 plants par hectare (encore assez diffusée) à une densité de 2 500 ou 4 000 plants par hectare, la production peut passer d'environ 1 000 à 1 800 kg par hectare à 2 100 à 3 300 kg par hectare.

Le système de taille et de conduite des plants dénommé *corte mesa* non seulement augmente le rendement, mais s'adapte mieux à la récolte mécanique.

Plusieurs facteurs permettent d'améliorer les rendements: plantation suivant les courbes de niveau; utilisation de couvertures vertes naturelles ou implantées (colza, légumineuses, etc.); amendement (N, P, K); lutte contre les mauvaises herbes (mécaniquement ou à l'aide d'herbicides); traitements phytosanitaires appropriés; récolte faite rationnellement. Les expériences ont eu lieu sur plusieurs années, mais malheureusement leurs résultats ne se sont pas généralisés. L'introduction en culture de cultivars améliorés est beaucoup moins diffusée.

Techniques conventionnelles de multiplication
Multiplication sexuée («graines» = pyrènes). C'est

le mode de multiplication le plus courant. Pour le maté, l'avantage réside en ce que la diversité de la descendance peut produire des individus mieux adaptés à différents milieux (ce qui, en d'autres occasions, peut ne pas être souhaité).

Les graines se récoltent dans la région (de février à avril). Il faut les stratifier ou les semer immédiatement, sinon elles perdent rapidement leur faible pouvoir germinatif.

Conservées à 5 °C, elles conservent un pouvoir germinatif très réduit (de 1,7 à 6,6 pour cent) pendant 11 mois supplémentaires. La période relativement courte de viabilité, jointe à un faible taux de germination (embryons immatures, problèmes phytosanitaires) a été sans aucun doute la cause dans le passé des difficultés de diffusion de cette culture dans d'autres continents.

Multiplication agame. La greffe, les boutures et le marcottage ne sont pas très diffusés. L'obtention de boutures enracinées est relativement difficile et en général on y parvient en utilisant des branches jeunes des pieds mères, que l'on recoure ou non au traitement à base d'hormones végétales. Il faut procéder à des expériences supplémentaires si l'on veut augmenter le pourcentage d'enracinement.

La culture *in vitro* de *I. paraguariensis* est actuellement essayée au Brésil et en Argentine par divers groupes de chercheurs, avec des résultats variables, qui n'indiquent pas encore clairement quelles sont les techniques économiquement viables pour la reproduction clonale d'individus sélectionnés.

En Argentine, en 1988, le rendement moyen en maté semi-élaboré a été, selon le Sous-Secrétariat à l'agriculture et à l'élevage, de 1 220 kg par hectare.

Perspectives d'amélioration

Les limitations de la culture sont dues au fait que le produit n'a pas de demande à l'échelle macroéconomique. Les cycles récurrents d'excédent de l'offre, de faiblesse des prix, de désinvestissement dans les plantations, de pénurie de matières premières et de hausse des prix – souvent liés aux termes de l'échange international entre pays producteurs, qui entraînent une distorsion majeure – ont historiquement agi à l'encontre d'une offre du produit stable en qualité et en quantité. Pire encore, ils ont découragé la poursuite des recherches fondamentales et/ou appliquées qu'exigent la culture et l'élaboration.

L'absence partielle ou totale de connaissances sur la biologie, la phytochimie, la bromatologie, l'agronomie et l'industrialisation du maté a rendu difficile l'adoption de normes internationales qui standardisent, améliorent et assurent dans le temps la qualité du produit en fonction de sa distribution aux grands marchés internationaux des infusions méthyl-xanthiniques.

Les régions d'introduction potentielle de cette culture sont les régions subtropicales à sols acides et à régime hydrique similaire à ceux de la zone de dispersion naturelle de l'espèce.

On a récemment suggéré qu'*Ilex verticillata*, une espèce d'Amérique du Nord, pourrait être une source d'obtention de détergents biodégradables, en raison de sa forte teneur en saponine. Etant donné qu'on poursuit les recherches sur *I. paraguariensis* dans des domaines similaires, et qu'en outre les autres espèces connexes sont encore moins étudiées chimiquement que le maté, il serait intéressant d'approfondir ces aspects.

Ilex argentina est elle aussi un maté possible sans caféine, remarquable par sa richesse en phénoliques hépatoprotecteurs similaires à ceux de l'artichaut (*Cynara scolymus*).

On a par ailleurs signalé une série d'emplois non traditionnels de *I. paraguariensis*, comme l'obtention d'huile comestible, de furfural et de cosmétiques.

Enfin, il faut signaler l'importance des espèces sauvages d'*Ilex* dans l'amélioration génétique de la plante cultivée.

Orientations de la recherche

- Botanique: diversité infraspécifique d'*Ilex paraguariensis* et relations de parenté avec d'autres espèces du genre; chorologie actualisée; systèmes de croisement de *I. paraguariensis* avec d'autres espèces d'*Ilex*; hérédité du sexe.
- Physiologie de la graine et micropropagation.
- Phytochimie: cycle des xanthines dans l'espèce et ses parentes; composés toxiques et indésirables des espèces affines; détermination analytique des composants de la saveur de l'infusion.
- Actualisation bromatologique relative aux espèces affines.
- Architecture de l'individu de *I. paraguariensis* et des espèces affines. Phénologie et adaptation de ces arbres à la récolte mécanique.
- Industrialisation: améliorations des systèmes de séchage et de stationnement accéléré sans pertes organoleptiques; industries alternatives basées sur des sous-produits de la plante cultivée.
- Nouveaux modes de consommation et de présentation du produit.

Bibliographie

Abbott, T.P. *et al.* 1990. Major extractable components in *Asclepias linaria* (Asclepiadaceae) and *Ilex verticillata* (Aquifoliaceae), two potential hydrocarbon crops. *Econ. Bot.*, 44(2): 278-284.

Filip, R. *et al.* 1989. Estudio de compuestos presentes en *Ilex argentina* Lillo (Aquifoliaceae). *Anal. Asoc. Quim. Argent.*, 77(4): 293-297.

Fontana, H.P. *et al.* 1990. *Estudios sobre la germinación y conservación de semillas de yerba mate* (Ilex paraguariensis *St. Hil.*). Infor. Técn., 52: 14. Estación Exper. Agrop. Cerro Azul, INTA.

Giberti, G.C. 1989. Los parientes silvestres de la yerba mate y el problema de su adulteración. *Dominguezia*, 7(1): 3-21.

Gómez Vara, M.E. *et al.* 1980. *Investigaciones sobre la tecnología de la yerba mate*. Informe, 4: 226, APRYMA.

Grondona, E.M. 1953. Historia de la yerba mate. *Rev. Argent. Agron.*, 20(2): 68-95.

Grondona, E.M. 1954. Historia de la yerba mate II. Sinonimia, cariología y distribución geográfica. *Rev. Argent. Agron*, 21(1): 9-24.

Linhares, T. 1969. *História econômica do mate*. Rio de Janeiro, Brésil, Editora Livraria José Olympio.

Loesener, T. 1901. Monographia Aquifoliacearum, I. *Nova Acta Acad. Caes. Leop. - Carol. German. Nat. Cur.*, 78: VIII+600.

Loesener, T. 1942/60. Aquifoliaceae. *In* H. Harms & Mattfield, éds.*Nat. Pflanzenfam.* 2ᵉ éd., p. 36-86. Berlin.

Martínez-Crovetto, R. 1980. Yerba mate: usos no tradicionales y posibilidades. *Participar*, 2(12): 58-61.

Porto, A. 1943. *História das Missões orientais do Uruguai*, I. Rio de Janeiro, Brésil, Ministério da Educação e Saúde.

Prat Kricun, S.D. *et al.* 1986. *Yerba mate: informe de investigaciones realizadas*. Período 84-85. Misiones, Brésil, Convenio INTA-CRYM y CRYM-Asoc. Coop. EEA.

Schultes, R. E. 1979. Discovery of an ancient guayusa plantation in Colombia. Harvard University, Botanical Museum Leaflets, 27(5-6): 143-153.

Chou caraïbe (*Xanthosoma sagittifolium*)

Nom botanique: *Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott
Famille: aracées.
Noms communs. *Français:* chou caraïbe (Antilles); *espagnol:* yautía, malanga (Antilles), macal (Mexique [Yucatán]), quiscamote (Honduras), tiquisque (Costa Rica), otó (Panama), okumo (Venezuela), uncucha (Pérou), gualuza (Bolivie), malangay (Colombie); *portugais:* taioba, mangareto, mangarito, mangarás (Brésil); *anglais:* tannia, cocoyam; *autres langues:* queiquexque (Mexique), tannia, taniera (Antilles)

Deux aracées atteignent une importance mondiale comme aliment énergétique: le taro ou colacasie (*Colocasia esculenta*), originaire d'Océanie et de l'Asie du Sud-Est et le chou caraïbe (*Xanthosoma sagittifolium*), des tropiques américains. Dans les deux espèces, les parties utilisables sont les tiges souterraines tubéreuses qui contiennent, dans le cas de cette dernière espèce, entre 15 et 39 pour cent environ d'hydrates de carbone, 2 à 3 pour cent de protéines et 70 à 77 pour cent d'eau; les deux sont comparables en valeur nutritive à la pomme de terre et sont probablement plus digestes. Une utilisation secondaire est la consommation des jeunes feuilles comme épinards, plus courante que dans le cas du taro.

La culture du chou caraïbe doit être très ancienne dans le Nouveau Monde; elle est peut-être originaire de la partie septentrionale de l'Amérique du Sud et s'est étendue à travers les Antilles et l'Amérique centrale. A l'arrivée des Européens, on connaissait le chou caraïbe du sud du Mexique jusqu'à la Bolivie, mais la culture en était peut-être plus intensive aux Antilles. La domestication a pu se produire en plusieurs lieux et avec des matériels différents, et se fonder sur des procédés consistant par exemple à rôtir et à faire bouillir les cormus, ce qui permettait d'éliminer les substances irritantes, cristaux d'oxalate de calcium et saponine.

A partir de l'Amérique, le chou caraïbe est arrivé en Afrique occidentale, aujourd'hui principale région productrice; il y a remplacé le taro grâce au fait que son rendement est supérieur et qu'il peut remplacer les ignames dans la préparation du foutou, aliment très populaire en Afrique tropicale.

Le chou caraïbe est traditionnellement une culture de subsistance et la production excédentaire est vendue au marché. Cela explique sa marginalisation car, bien que ce soit un aliment de base pour des millions de personnes dans les tropiques, on a peu d'informations sur sa culture et ses exigences.

Cette situation est en train de changer avec l'ouverture de nouvelles zones de consommation, en particulier sur le littoral atlantique des Etats-Unis, où des millions de «Latinos» con-

---

Les auteurs de ce chapitre sont D. Giacometti (CENARGEN/EMBRAPA, Brasilia, Brésil) et J. León (San José, Costa Rica).

Les auteurs remercient R. Valverde (CIGRAS, Université de Costa Rica) pour ses informations sur les développements récents relatifs à la multiplication végétative de *Xanthosoma* sp.

somment des choux caraïbes et autres plantes tropicales, ce qui en a encouragé la production commerciale aux Antilles et en Amérique centrale. Ce marché, qui exige des produits de haute qualité et bien présentés, détermine les règles de production et de commercialisation.

Comme dans le cas d'autres cultures marginalisées, les efforts faits pour industrialiser le produit et en diversifier l'utilisation ont été très peu nombreux. A Porto Rico, on a entrepris des essais très satisfaisants pour préparer des chips par déshydratation instantanée et avec de la farine de chou caraïbe. Si l'on considère que pour le taro il s'est développé une production industrielle très diversifiée, on peut prédire qu'avec l'application de technologies on pourra fabriquer à base de chou caraïbe une série de produits industriels semblables à ceux que l'on tire du taro.

La production au niveau de l'entreprise familiale ou commerciale doit être considérée dans le contexte de la production dans la même région d'autres aliments énergétiques: manioc, pomme de terre, patate douce, taro et igname. Sur la majorité des marchés d'Amérique latine, on apprécie le chou caraïbe comme une espèce supérieure par sa saveur et sa texture.

Des enquêtes menées à Porto Rico montrent que la population rurale préfère, en raison de sa saveur, le chou caraïbe à la patate douce, à l'igname et à la banane plantain, et qu'aux Philippines on la préfère au taro. La production ne satisfait pas la demande: en 1970, on a commercialisé au Venezuela 56 305 tonnes, chiffre inférieur à la consommation potentielle.

Description botanique

Herbacée pérenne, *X. Sagittifolium* a une tige principale souterraine en forme de rhizome, le cormus, d'où sortent des tiges secondaires épaisses, les bulbo-tubers. De la tige principale naissent diverses grandes feuilles sagittées, érigées, à longs pétioles cannelés; les inflorescences sortent entre les feuilles en spadice, pourvues d'une spathe blanche de 12 à 15 cm qui se ferme à sa base en forme de chambre sphérique et s'ouvre au sommet en lame concave; le spadice, cylindrique, légèrement plus long que la spathe, à fleurs femelles dans sa portion inférieure, mâles dans la portion supérieure, est stérile dans la partie médiane. Les spadices sont rarement fertiles et produisent peu de graines viables. La durée du cycle de croissance est de 9 à 11 mois; pendant les six premiers mois se développent le cormus et les feuilles. Pendant les quatre derniers, le feuillage reste stable et, lorsqu'il commence à sécher, les plantes sont prêtes pour la récolte des bulbo-tubers.

Ecologie et phytogéographie

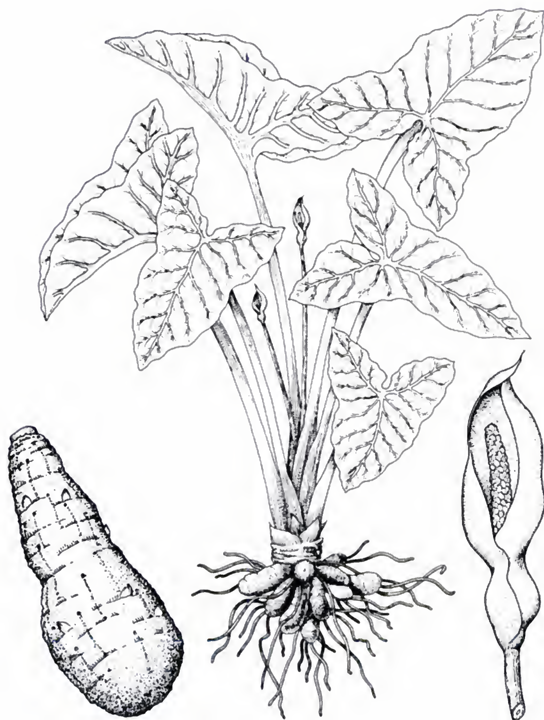
Les espèces de *Xanthosoma* sont des plantes de la forêt tropicale humide et, bien que dans leur habitat naturel elles poussent sous le dais de la forêt, en culture on les place généralement en plein soleil. Elles requièrent des sols bien drainés et ne tolèrent pas la présence d'eau permanente. Pour une croissance optimale, la température moyenne doit être supérieure à 20 °C.

Diversité génétique

La situation taxonomique des espèces de *Xanthosoma* cultivées pour leurs tiges souterraines est confuse. Les variétés cultivées ont été attribuées à quatre espèces: *X. atrovirens*, *X. caracu*, *X. nigrum* (*X. violaceum*) et *X. sagittifolium*, mais certains cultivars n'ont pu être attribués à aucune d'entre elles. Par ailleurs, les caractères distinctifs entre les espèces et les cultivars – forme de la feuille, nervation, couleur du pétiole – ne sont pas clairement définis. Dans une espèce affine, le taro, à variation peut-être plus importante, tous les clones sont considérés comme une seule espèce. Dans *Xanthosoma* spp. et le taro, la grande diversité connue (plus de 100 clones dans le cas du taro) peut être due à certaines ségrégations

FIGURE 31

Chou caraïbe (*Xanthosoma sagittifolium*)



(dans le taro et *Xanthosoma* spp., la formation de graines est très rare) ou à des mutations du bourgeon; dans les deux cas, les agriculteurs qui détectent une variante nouvelle la maintiennent en culture et la multiplient par propagation végétative. Ces dernières années, la tendance a été à donner le nom de *X. sagittifolium* à tous les clones de *Xanthosoma* cultivés, jusqu'à ce qu'une révision moderne du genre clarifie la situation taxonomique des espèces mentionnées.

Les cultivars de *Xanthosoma* ont été décrits à partir de collections créées à Porto Rico et à Trinité-et-Tobago à partir de matériels autochtones ou introduits et ne dépassent pas 50. Ils manifestent une grande diversité de port, de forme et de couleur des feuilles et des bulbo-tubers. Les rendements, comme le montrent les cultures expérimentales, enregistrent de grandes variations, et on peut en dire de même de la teneur en hydrates de carbone et en acides aminés.

Il est urgent de créer des collections au niveau mondial, vivantes et *in vitro*, qui permettent d'évaluer le potentiel génétique face aux nécessités et aux problèmes actuels. Cela implique de collectionner des cultivars connus aussi bien dans le Nouveau Monde qu'en Afrique, et d'explorer la partie septentrionale de l'Amérique du Sud à la recherche des types sauvages et cultivars primitifs possibles ainsi que des espèces affines (comme *X. jacquinii*). La culture *in vitro* permet aujourd'hui d'obtenir du matériel de multiplication sain et facile à transporter. Les études cytologiques d'une collection mondiale peuvent conduire, comme pour le taro, à établir des groupes naturels de cultivars et à servir de base pour l'amélioration génétique. Le CIRP a récemment publié une série de descriptifs de *Xanthosoma*.

Pratiques culturales

Propagation. Le matériel de plantation le plus couramment utilisé est constitué par des sections du cormus central, de 100 à 150 g, avec trois ou quatre bourgeons; il donne des rendements très supérieurs à celui des bulbo-tubers que l'on utilise parfois aussi.

Au Costa Rica, on a développé un système pour fournir aux agriculteurs de la «semence» provenant de cultures de sommets de tiges que l'on a fait pousser *in vitro* et qui sont exempts de virus. Avec ce matériel, non seulement on quadruple le rendement, mais la portion exportable de la récolte augmente de 40 à 80 pour cent, ce qui compense largement le coût de la méthode de plantation. L'élimination du virus du chou caraïbe est jusqu'ici l'opération la plus rémunératrice de cette culture. Le système consiste à produire en laboratoire public ou privé, des plantules que l'on fournit aux agriculteurs ou aux coopératives capables de les développer dans les conditions particulières qu'elles exigent. A partir de ces plants, on obtient la «semence» traditionnelle: sections de tiges ou bulbo-tubers entiers que l'on vend aux agriculteurs comme matériel de plantation exempt de virus.

Plantation. Le terrain pour la plantation est labouré et râtelé; on forme des monticules ou billons pour planter la «semence». La plantation se fait en billons lorsque la récolte est semi-mécanisée. Les parties de la tige se placent à 6 ou 7 cm de profondeur, car plus près de la surface elles produisent de nombreux bourgeons latéraux qui diminuent le rendement. La distance de plantation dans les cultures commerciales est de 1,3 m entre les rangées et 40 ou 50 cm entre les plants. Dans les petites plantations, on constitue des monticules distants de 1 × 1 m ou 1,3 × 1,3 m. Au Nigéria, dans des plantations faites avec des bulbo-tubers, les meilleurs résultats ont été obtenus avec des espacements de 1,6 × 1,6 m.

Culture. La lutte contre les mauvaises herbes comporte une période critique au cours des six premiers mois. La préparation du terrain pour la

plantation (labourage et râtelage) aide considérablement à la lutte contre les mauvaises herbes, que l'on renforce par l'application d'herbicides de prélevée. Comme les plants nécessitent plusieurs buttages, ceux-ci contribuent à maintenir le terrain propre.

L'utilisation d'engrais chimiques et organiques est généralisée aussi bien dans les petites plantations que dans les plantations commerciales. Dans ces dernières, on procède à plusieurs applications d'engrais; par exemple, les recommandations au Costa Rica sont de 150 kg par hectare de 10-30-10 au moment de la plantation, 200 kg de nutrán au bout de deux mois et 200 kg par hectare de 15-3-30 au bout de quatre mois.

Le problème le plus grave actuellement est le «mal sec», complexe produit par des champignons (*Rhizoctonia, Phytium*) et des bactéries (*Erwinia, Pseudomonas*), qui attaquent les plants jeunes, entraînant le flétrissement du feuillage et le pourrissement des bulbo-tubers, ce qui signifie la perte totale de la récolte. La lutte contre cette maladie est difficile, et une étude complète de ce problème est indispensable. Pour le moment, on recommande de drainer le terrain, de planter en billons et de pratiquer la rotation des cultures.

Récolte. Dans les plantations commerciales, la récolte se fait entre 10 et 12 mois après la plantation, lorsque le feuillage jaunit et commence à sécher. On récolte à la main ou de façon semi-mécanisée; dans ce dernier cas, on ajoute au tracteur une plaque de fer de la même largeur, avec un pic central qui s'enterre dans la rangée des plants et les retourne, ce qui laisse libres la tige centrale et les bulbo-tubers que l'on recueille à la main.

Le produit commercial est lavé, séché et désinfecté soigneusement, puis on le place dans des caisses en chambres froides.

Dans les petites plantations, les bulbo-tubers commencent à être récoltés de quatre à six mois après la plantation sans arracher la plante.

Perspectives d'amélioration

La production du chou caraïbe peut être considérablement améliorée, aussi bien comme aliment de subsistance que comme marchandise d'exportation commerciale ou produit d'utilisation industrielle. De même que dans la majorité des cultures marginalisées, on n'a pas encore réalisé de recherche sur les aspects les plus élémentaires, faute de diffusion de nouvelles technologies et de systèmes de commercialisation aux niveaux national et international.

Le rôle du chou caraïbe dans les systèmes agricoles durables doit être étudié avec soin, surtout dans les plantations mixtes. Bien que dans ces conditions on le plante intercalé avec des cultures plus hautes qui lui font de l'ombre et réduisent donc son rendement, les revenus supplémentaires qu'en tire l'agriculteur sont très importants.

La vaste diversité génétique doit être exploitée aussi bien de façon directe par évaluation des cultivars pour leur résistance aux maladies, leur rendement et leur valeur nutritive, que par l'amélioration génétique (que l'on vient à peine d'entreprendre). L'objectif devrait être d'arriver à des productions de 30 tonnes par hectare avec 10 pour cent de protéines.

L'utilisation industrielle du chou caraïbe ne fait que commencer, et on peut espérer qu'elle sera aussi variée que celle du taro: aliments préparés pour enfants, farine, chips, etc.

La limitation principale du développement du chou caraïbe comme culture sont les maladies, en particulier le «mal sec». Ce problème, qui est complexe, doit recevoir une attention immédiate et être attaqué du point de vue phytosanitaire et agronomique.

Le chou caraïbe, de même que quelques cultures marginalisées, se trouve dans une situation

particulière – absence d'échange d'informations et de matériel génétique entre les zones productrices – à cause de l'ampleur de sa culture, qui s'étend déjà dans toutes les régions tropicales. Lorsque la culture s'intensifie dans une région, les progrès enregistrés ne sont guère diffusés pour des raisons géographiques ou linguistiques. Cette situation doit être corrigée par l'établissement d'un système centralisé d'informations, comme les coopératives pour les cultures de tomates, de courges, de sorgho, auxquelles ont accès tous les pays et tous les agronomes intéressés. Cela peut conduire à l'échange de plasma germinatif *in vitro*, à des visites de scientifiques et d'agriculteurs qui pourraient communiquer des expériences non encore publiées et à l'emploi d'autres moyens de communication servant à faire connaître les progrès réalisés localement.

L'avenir du chou caraïbe – aliment de valeur exceptionnelle par ses caractéristiques organoleptiques et ses propriétés nutritives – se situe dans un élargissement des marchés d'exportation, l'application de technologies pour diversifier son utilisation et la promotion d'une consommation plus intensive dans l'alimentation populaire des régions tropicales.

Bibliographie

Abruña, R.F., Boneta, G.E.G., Vicente-Chandler, J. & Silva, S. 1967. Experiments on tanier production with conservation in Puerto Rico's mountain region. *J. Agric. Univ. Puerto Rico*, 51: 167-175.

Acosta, M.A. 1969. *Identificación y descripción de las variedades de yautía* (Xanthosoma) *en la colección de la subestación en Gurabo*. Universidad de Puerto Rico. Est. Exp. Río Piedras Publ., Misc. 67.

Barrent, O.W. 1925. The food plants of Puerto Rico. *J. Dep. Agric. Puerto Rico*, 9: 61-208.

CIRP. 1989. *Descriptors for* Xanthosoma. Rome, CIRP.

Conita. 1991. *Raíces y tubérculos*. Série ITTA, n° 14. San José, Costa Rica, ITTA.

Gooding, H.J. & Campbell, J.S. 1961. Preliminary trials of West Indies *Xanthosoma* cultivars. *Trop. Agric. Trin.*, 38: 146-152.

Haudricourt, A. 1941. Les colocasides alimentaires (taros et yautias). *Rev. Int. Bot. Appl. Agric. Trop.*, 21: 40-65.

Jordan, F.L. 1979. Preliminary work with tanier (*Xanthosoma* spp.) in Puerto Rico. *J. Agric. Univ. Puerto Rico*, 63: 469-473.

Monge, M., Arias, O. & Ramírez, P. 1987. Obtención de plantas de tiquisque blanco (*Xanthosoma sagittifolium*), de tiquisque morado (*Xanthosoma violaceum*) y de ñampi (*Colocasia esculenta*) libre de virus por medio del cultivo *in vitro* de ápices. *Agron. Costar.*, 11: 71-79.

Morton, J.F. 1972. Cocoyams (*Xanthosoma caracu*, *X. atrovirens* and *X. nigrum*), ancient root and leaf vegetables, gaining in economic importance. *Proc. Fla. State Hortic. Soc.*, 85: 85-94.

Rodríguez-Sosa, E.J. & Gonsález, M. 1977. Preparation of instant tanier (*Xanthosoma sagittifolium*) flakes. *J. Agric. Univ. Puerto Rico*, 61: 26-31.

Wilson, J.E. 1980. *Cocoyam breeding by flowering induction pollination and seed germination*. Ibadan, Nigéria, IITA.

De l'autre côté de l'Atlantique: l'Espagne

Processus et causes de la marginalisation; répercussions de l'introduction de la flore américaine en Espagne

Une vision rétrospective de l'agriculture espagnole et de la gamme des espèces cultivées au cours des 500 dernières années montrerait clairement la variation sensible de la nature des cultures. Ces changements se manifestent non seulement par l'incorporation progressive de la flore américaine dans le paysage agricole ibérique et insulaire (pomme de terre, maïs, tournesol, haricot, tomate, cotons américains, avocat, corossol, tabac, etc.), mais aussi par la perte de nombreuses espèces cultivées au cours des siècles précédant le voyage de Colomb. On découvre effectivement la présence de nombreuses espèces aujourd'hui oubliées par l'agriculture, grâce à la documentation provenant de la période hispano-romaine, que l'on peut étudier par exemple à travers Columela (1er siècle), de la période hispano-wisigothe, au travers d'Isidore de Séville (7e siècle) ou mieux encore à partir des très riches informations transmises par les agronomes andalous de la période hispano-arabe – Arib Ibn Said (10e siècle), Ibn Abi Yawad (10e et 11e siècles), Ibn Hayyay (11e siècle), Ibn Bassal (11e siècle), Al Tignari (?), Ibn al-Awamm (12e siècle), Ibn Luyun (14e siècle), entre autres.

On prendra comme référence l'agriculture méridionale espagnole du 15e siècle. C'est un sujet sur lequel on possède une documentation très précieuse grâce aux auteurs hispano-arabes des siècles précédents. C'est par l'Andalousie qu'on va de préférence promouvoir et réaliser les échanges d'exemplaires et de graines avec l'Amérique aux 16e et 17e siècles, grâce à la centralisation du commerce entre les mains de la Casa de Indias à Séville. Par ailleurs, ce sont les terres d'Andalousie occidentale sur lesquelles compte au départ la Couronne espagnole pour produire le blé qui alimentera les colonies des Nouvelles Indes occidentales et pour pallier les déficits céréaliers observés dès les premiers temps dans les terres américaines.

La conquête de l'Andalousie occidentale par les rois chrétiens avait duré entre 150 et 200 ans, à partir du 13e siècle. Aussi l'agriculture avait-elle été transformée dans une large mesure sur la base du modèle castillan (céréales et élevage). Cependant, en Adalousie orientale, les Hispano-musulmans du royaume nazari venaient d'être vaincus, et non seulement leurs paysages agricoles et leurs coutumes mais aussi leur population même étaient demeurés dans la région pendant un certain temps. Un voyageur de Nuremberg, Jerónimo Münzer, qui s'est rendu dans la péninsule ibérique entre 1494 et 1495, décrit le royaume de Grenade récemment conquis par les armées chrétiennes en évoquant en termes admiratifs et respectueux l'agriculture nazari, structurée en vergers et irriguée, insistant sur l'avancée de ces techniques de culture, le développement des techniques d'irrigation et la grande biodiversité des

---

Les auteurs de ce chapitre sont J.E. Hernández Bermejo et A. Lora González (Jardin botanique de Cordoue, Espagne).

espèces et variétés cultivées sous un paysage très arboré.

La diversité des espèces agricoles était semblable à celle que l'on aurait pu imaginer dans tout le sud ibérique à partir du 10e siècle, jusqu'à ce que le féodalisme castillan hérité du féodalisme wisigoth ait mis fin progressivement à l'agriculture plus privatisée et potagère de la période andalouse.

Au travers du *Kitab al Filaha*, le traité d'agriculture d'Ibn al-Awamm – certainement le plus important et le plus encyclopédique des écrits médiévaux de l'Occident européen –, on découvre les principaux éléments de ce paysage: cultures arborées avec oliviers, vigne, amandiers, caroubiers, figuiers, pêchers, abricotiers, pommiers, poiriers, néfliers, cognassiers, châtaigniers, noyers, pistachiers, corbiers, aubépines, palmiers-dattiers, citronniers, cédratiers, zamboas, jujubiers, micocouliers, mûriers, noisetiers, chênes verts, arbousiers et myrtes; potagers avec laitues, carottes, radis, choux, choux-fleurs, melons, concombres, bettes, épinards, poireaux, oignons, aubergines, cardons, artichauts, pourpiers et de nombreuses plantes aromatiques (basilic, cresson alénois, carvi, safran, cumin, câprier, moutarde, marjolaine, fenouil d'eau, mélisse, citronnelle, thym); champs de céréales semés en blé, orge, riz, mil, maïs et épeautre; champs de légumineuses telles que fèves, haricots, petits pois, pois chiches, lentilles, ers, lupins et fenugrecs; cultures de canne à sucre sur la côte d'Almuñécar et Vélez-Málaga; cultures textiles, par exemple lin, coton (asiatique) et chanvre; plantes tinctoriales telles que carphame, garance, pastel des teinturiers, henné et safran; plantes à conserve dans le vinaigre, comme le sumac. On exploitait des espèces sauvages telles que l'alfa, l'osier et le palmiste; on produisait la cochenille des teinturiers et les vers à soie en cultivant leurs plantes hôtes; on plantait de nombreuses espèces ornementales dans les jardins et on utilisait une infinité d'herbes médicinales. C'était là le paysage agricole avant 1492.

Si l'on compare l'agriculture de l'Espagne méridionale des rois catholiques à l'agriculture de l'Espagne castillane d'Alonso de Herrera (16e siècle), à celle des Autrichiens (Gregorio de los Ríos), à celle de l'Illustration et Décadence de l'Empire (Lagasca, Rojas Clemente, Claudio et Esteban Boutelon, Arias et Costa) et à celle de la première moitié du 20e siècle (Dantín Cereceda), on constate la perte évidente d'un certain nombre de cultures. Il convient dans ces conditions de formuler les questions suivantes: quelles ont été les espèces marginalisées? Quelles ont été les espèces américaines introduites en Espagne? Comment et par où sont-elles arrivées? Quelles sont les causes qui ont influé sur la marginalisation des cultures ibériques? Cette marginalisation a-t-elle été la conséquence de la diffusion des espèces américaines? Quels ont été les mécanismes de substitution ou de marginalisation?

On s'efforcera dans ce qui suit de répondre à chacune de ces questions.

ESPÈCES MARGINALISÉES

Des espèces très différentes ont perdu beaucoup d'importance, ont été marginalisées ou même oubliées. Certaines subsistent à l'état sauvage en bordure des cultures, témoignage de leur vocation agricole passée, et se comportent même comme de mauvaises herbes parmi les cultures. D'autres ont complètement disparu de la flore agricole espagnole. On les groupera sous divers titres en fonction de leur exploitation.

Espèces horticoles

C'est peut-être le groupe le plus nourri en espèces marginalisées, en particulier les espèces horticoles que l'on peut appeler amères. Il s'agit en majorité d'espèces consommées comme légumes (bouillies, revenues ou fraîches sous forme de salades). Certaines gastronomies actuelles d'Eu-

rope (et également d'Amérique en raison de l'exportation de la culture et de la tradition de consommation) les utilisent même de préférence comme garniture des viandes. Certaines autres sont très aromatisantes, difficilement séparables de leur qualification d'épices ou de plantes aromatiques. Parmi elles, on peut citer les amarantacées *Amaranthus lividus* (brède de Malabar); les apiacées: *Foeniculum vulgare* (fenouil), *Pastinaca sativa* (panais), *Smyrnium olusatrum* (céleri sauvage ou maceron); les astéracées: *Taraxacum officinale* (pissenlit), *Silybum marianum* (chardon marie), *Cichorium intybus* (chicorée), *Scolymus maculatus* (scolymus), *Scolymus hispanicus* (salsifis d'Espagne), *Tragopogon porrifolius* (salsifis), *Scorzonera hispanica* (scorsonère ou salsifis noir); les boraginacées: *Borago officinalis* (bourrache), *Simphytum officinale* (consoude officinale); les brasicacées: *Eruca vesicaria* (roquette), *Nasturtium officinale* (cresson de fontaine), *Lepidium sativum* (cresson alénois), *Armoracia rusticana* (raifort); les polygonacées: *Rumex acetosa* (oseille) et autres espèces du genre; les portulacacées: *Portulaca oleracea* (pourpier); les chénopodiacées: *Atriplex hortensis* (arroche des jardins), *Chenopodium album* (ansérine blanche).

Beaucoup d'espèces ont pu elles aussi être cultivées ou peut-être seulement exploitées sous leur forme sauvage, notamment *Silene inflata*, *Campanula rapunculus*, *Salsola* spp., *Chenopodium bonus-henricus*, *Bunias erucago*, *Barbarea verna*, *Cochlearia officinalis*, *Cardamine vulgaris*, *C. pratensis*, *Lepidium campestre*, *Rapistrum rugosum*, *Capsella* spp., *Crambe* spp., *Carduus benedictus*, *Carthamus coerulescens*, *C. arborescens*, *Arctium lappa*, *Reichardia picrioides*, *Calendula officinalis*, *Hyoseris radicata*, *Chrytmum maritimum*, *Eryngium maritimum*, etc.

Légumineuses

On comprend ici diverses légumineuses à grains utilisées dans l'alimentation humaine, animale ou mixte, comme: *Lathyrus sativus* (gesse commune, pois carré), *Lathyrus cicera* (gesse chiche, jarosse), *Trigonella foenum-graecum* (fenugrec), *Vicia ervilia* (ers, ervillière, pois de pigeon, lentille bâtarde, vesce amère), *Vicia monanthos* (lentille d'Auvergne), *Vicia narbonensis* (vesce de Narbonne), *Vigna sinensis* (haricot kunde, dolique mongette).

Ces dernières, par exemple, étaient cultivées dans la péninsule avant que l'on ne connaisse les haricots américains (*Phaseolus* spp., surtout *P. vulgaris*). Elles correspondraient principalement à l'espèce *Vigna sinensis* ou peut-être aussi à *Dolichos lablab*, toutes deux des phaséolées de l'Ancien Monde connues depuis de nombreux siècles dans l'Occident méditérranéen, mais cultivées surtout durant la période hispano-arabe. Pour apprécier l'oubli ou la marginalisation que ces légumineuses ont subis à la suite de l'introduction des haricots américains, on se rappellera que, selon le texte d'Ibn al-Awamm, on en cultivait en Andalousie au moins 12 «espèces» (cultivars), qui portaient des noms tels que: marfilada, adivina, jacintina, dura ou bermeja, de picaza, alfahareña, romana, etiópica, blanca, etc. Cette biodiversité génétique allait de pair avec une grande diversité des modes de consommation: comme légumes, les gousses étant assaisonnées à l'huile et au vinaigre; en soupe avec du poisson salé; transformées en farine, après avoir fait bouillir les graines, pour préparer des purées que l'on servait comme garniture d'autres plats, assaisonnées en outre avec des épices.

Il faudrait également inclure dans ce groupe une bonne part du matériel génétique d'autres légumineuses à grains, très utilisées dans l'alimentation humaine et aujourd'hui abondamment cultivées, mais dont la diversité infraspécifique, au niveau des variétés ou des cultivars locaux, s'est vue notablement amenuisée au cours des derniers siècles, par exemple *Cicer arietinum*

(pois chiche), *Pisum sativum* (petit pois), *Vicia faba* (fève), *Lens esculenta* (lentille).

Céréales et autres grains

On peut mentionner la marginalisation de *Panicum miliaceum*, *Setaria italica*, *Pennisetum glaucum* (mil d'Espagne), de l'épeautre (*Triticum spelta*, *T. dicoccon*) et dans une moindre mesure des sorghos (*Sorghum* spp.) parmi les céréales, ou l'oubli total d'autres espèces de grains qui ne sont pas des graminées, autrefois utilisés comme source d'hydrates de carbone; c'est le cas de la buglosse (*Anchusa officinalis*) ou du plantain (*Plantago* spp.). Le chanvre, le lin et le sésame figuraient aussi parmi les espèces de grains signalées par les agronomes des siècles passés.

Arbres fruitiers

Sous réserve d'une récupération locale et très actuelle, des espèces autrefois souvent cultivées en sont arrivées à disparaître presque complètement de la culture dans la péninsule; ce sont *Citrus medica* (cédratier), *Pistacia vera* (pistachier), *Ziziphus lotus* (laiton), *Sorbus domestica* (sorbier), *Crataegus azarolus* (azerolier), *Celtis australis* (micocoulier), *Myrtus communis* (myrte commun).

D'autres espèces qui ont peut-être eu beaucoup plus d'importance se réduisent progressivement, sont consacrées à d'autres usages ou cultivées de façon plus marginale, par exemple *Ficus carica* (dont on a perdu une partie de la biodiversité en culture), *Cydonia oblonga*, *Ceratonia siliqua*, quelques agrumes comme la zamboa ou la bergamote, ainsi que des variétés locales de pommes, poires, pêches, etc.

Plantes aromatiques, parfumeuses, tinctoriales, colorantes, tannantes

Bien que certaines épices et plantes aromatiques comme le safran aient résisté au passage des siècles, d'autres ont perdu leur importance et ont été partiellement ou totalement éliminées par les épices américaines introduites (*Capsicum* spp. surtout) ou par l'intensification du marché international des épices. C'est le cas, par exemple, du cresson alénois et de plusieurs moutardes. Certaines plantes aromatiques européennes et méditerranéennes sont aujourd'hui peut-être beaucoup plus cultivées ou utilisées dans la cuisine latino-américaine que dans la cuisine espagnole (par exemple la coriandre et le romarin). Parmi les plantes tinctoriales, la culture de plantes comme le pastel (*Isatis tinctoria*), le henné (*Lawsonia inermis*), le réséda de teinturier (*Reseda lutea*) s'est perdue. Un phénomène similaire s'est produit pour les plantes à conserves comme le sumac (*Rhus coriaria*).

L'ARRIVÉE DES ESPÈCES AMÉRICAINES 16e et 17e siècles

Les espèces américaines commencèrent à arriver en Europe avec Colomb. Ce fut le début d'un processus irrégulier mais continu de transfert de matériel génétique et d'informations ethnobotaniques relatives à l'utilisation des nouvelles cultures américaines, processus qui se poursuit et s'intensifie même à l'époque actuelle. On connaît les causes, modalités et lieux d'arrivée, ainsi que la nature des espèces transportées d'Amérique en Espagne pendant les deux premiers siècles d'échanges, grâce à la chronique des voyages de Colomb et, plus tard, à celle des chroniqueurs des Indes (Fray Bartolomé de las Casas, Gonzalo Fernández de Oviedo, Bernal Díaz del Castillo, Bernardino de Sahagún, Alvar Núñez Cabeza de Vaca, José de Acosta, l'Inca Garcilaso de la Vega y Bernabé Cobo), ainsi que par les récits d'autres qui ne sont pas parvenus à traverser l'Atlantique comme Francisco López de Gomara, Pedro Mártir de Anglería et Andrés Bernáldez. L'œuvre du médecin et naturaliste sévillan Nicolás Monardes, ainsi que les catalogues de plantes présents dans différents herbiers et jardins botaniques de

l'époque, comme ceux de Castore Durante, Jacques Daleachampe, John Gerard, Charles l'Ecluse (Clusius) et James Donn, constituent eux aussi des documents fondamentaux de référence. Enfin, l'énorme masse d'informations contenues dans l'Archive générale des Indes constitue une source monumentale d'informations directes et officielles sur le transport de tous les types de marchandises – y compris le matériel phytogénétique – entre le Nouveau Monde et l'Espagne. Nous avons consulté une petite partie des textes, bien que les 14 millions de documents renferment encore de nombreuses données inédites sur la question.

La première décennie qui a suivi l'arrivée de Colomb sur les côtes américaines a été un peu particulière en ce qui concerne le traitement économico-commercial que la Couronne espagnole a réservé à ses nouvelles colonies. Dans le règlement édicté pour la deuxième traversée colombienne apparaît clairement l'intention de contrôler rigoureusement le nombre de personnes, d'animaux, de végétaux, de minéraux et d'objets qui devaient traverser l'océan dans les deux sens. Si ce fut là l'esprit initial en 1493, deux années plus tard, la Couronne cédait devant l'attente suscitée par les événements, permettant à tous ses sujets de se rendre aux Indes occidentales pour s'y établir, explorer ou exercer un commerce, dans des conditions toujours très strictes et certainement pesantes. Vers 1501, la politique des rois catholiques s'est de nouveau modifiée, durcissant les restrictions au libre-échange: personne ne pourrait s'établir dans les nouveaux territoires, ni les découvrir ni les explorer. Pour mettre fin à ces hésitations, il est créé en 1503 la Casa de Contratación de las Indias, dont le siège s'établit à Séville et qui devait exercer au cours des deux siècles suivants un contrôle de fer sur la circulation des personnes et des biens avec l'Amérique.

Malgré les motifs théoriques initiaux du voyage de Colomb, ses descriptions et son admiration des beautés naturelles des îles découvertes, et malgré le fait que certains historiens contemporains ne renoncent pas à l'interprétation selon laquelle le monde végétal faisait aussi partie des intérêts et motivations des aventuriers espagnols du 16e siècle, nous tendons plutôt à considérer que le transport de plantes est devenu un objectif très secondaire face à la fièvre de l'or et autres métaux dont Colomb lui-même fut victime au cours de son premier voyage.

Quelle fut au début l'attitude globale de l'Européen face à la vaste culture ethnobotanique des peuples amérindiens et à la tradition agricole ancestrale de nombre de leurs ethnies? Surprise et curiosité, évidemment, mais des traces de réticence et de méfiance, qui sont même arrivées à se traduire en mépris et persécution de certaines cultures autochtones (le huautli). Depuis l'Espagne, on envoyait massivement les principaux aliments et les simples qui constituaient le régime alimentaire et la médecine officielle. Cortés, par exemple, depuis le Mexique en 1524, demande à la métropole «que chaque navire apporte une certaine quantité de plantes et qu'il ne puisse pas partir sans elles, car ce sera très important pour la population et sa perpétuation».

Au cours des premières décennies du 16e siècle, on essaie avec persévérance de semer du blé dans les nouvelles terres. Juan Garrido et Alonso Martín de Xerez sont les premiers à le faire avec succès en Nouvelle Espagne, et Beatriz de Salcedo au Pérou. En 1531, il y avait déjà des villages spécialisés dans cette culture dans les territoires américains, malgré les nombreuses difficultés que l'agriculture céréalière rencontrait parmi les Indiens. Constatant l'insuffisance des colonies pour s'autosuffire en blé, on décide que l'Andalousie occidentale deviendra le grenier du Nouveau Monde et que les colons du métal seront alimentés à l'aide des farines bétiques. Mais l'Andalousie n'est même pas capable d'assurer sa

propre consommation. La famine se répand et l'on enregistre de ce fait des périodes de forte mortalité en Andalousie. Le blé finit par être importé de Sicile et de Naples vers Séville, d'où il part pour l'Amérique.

On envoie aussi pendant cette première moitié du 16e siècle des semences de nombreuses plantes horticoles. Parmi les espèces les plus citées dans les documents conservés dans l'*Archivo de Indias*, on rencontre: chou, navet, radis, bourrache, gourde bouteille, carotte, épinard, aubergine, laitue, concombre, cardon, oignon, ciboule, cresson alénois, melon, pourpier, céleri; il y a également de nombreuses épices et plantes aromatiques: moutarde, basilic, romarin, lavande rouge, fenouil, rue, coriandre, cumin, chènevis, persil, origan et anis. Ce qui paraît pour le moins choquant, ce sont ces essais d'introduction d'épices qui se sont finalement trouvées marginalisées dans la métropole (bourrache, cresson alénois, pourpier). En 1520, Cortés informait Charles-Quint du fait que l'on pouvait déjà trouver sur le marché de Tenochtitlán des oignons, des poireaux, de l'ail, du cresson alénois, de la bourrache, de l'oseille, des cardons et des salsifis. Quelques-uns de ces légumes, comme les épinards, les bettes et le cresson alénois, ont dû par la suite perdre de leur importance, mais d'autres comme les cardons, choux, laitues, radis, fèves, navets et carottes étaient les légumes les plus consommés dans la ville de Mexico en 1526.

Compte tenu de cette attitude et de cette politique dirigiste en matière d'agriculture, d'espèces cultivées et de modes de consommation européens en Amérique, le processus d'incorporation de la culture agricole locale, de transport des espèces végétales vers l'Espagne et d'assimilation des connaissances ethnobotaniques des ethnies indigènes se déroule dans un climat d'indifférence, d'incertitude et de désorganisation. L'Espagne a été de ce fait beaucoup plus un instrument de rayonnement de l'Europe dans le Nouveau Monde qu'une voie de circulation de matériel phytogénétique américain vers l'Ancien Continent. Jusqu'au milieu du 16e siècle, les espèces végétales arrivent en Europe généralement à la suite d'initiatives privées. C'est une activité qui commence avec le premier voyage de Colomb, qui transportait des patates douces (*Ipomea batatas*) pour assurer l'approvisionnement de l'équipage pendant le voyage de retour. A partir de là, une longue suite de plantes traversent l'Atlantique et sont déchargées dans des ports espagnols, principalement andalous. Arrivent ainsi progressivement le maïs (*Zea mays*), le haricot (*Phaseolus vulgaris*), les courges (*Cucurbita* spp.), le piment (*Capsicum annuum*), les cotons américains (*Gossypium hirsutum*), le manioc (*Manihot esculenta*), le tabac (*Nicotiana tabacum* et *N. rustica*), la cacahuète (*Arachis hypogaea*), l'aloès (*Agave americana*), le pirú ou faux poivrier (*Schinus molle*), l'ananas (*Ananas comosus*), l'almástigo (*Bursera simaruba*), le jalap (*Ipomoea purga*), l'ébène (*Diospyros digyna*), le copalm d'Amérique (*Liquidambar styraciflua*), le bois de campèche (*Haematoxylon brasiletto*), le baumier de tolu (*Myroxylon balsamum*), le raisin de mer (*Coccoloba uvifera*), le giroflier (*Bumelia persimilis*), le caïnitier (*Chrysophyllum cainito*), la capucine (*Tropaeolum majus*), le cacao (*Theobroma cacao*), l'œillet d'Inde (*Tagetes* spp.), la tomate (*Lycopersicon esculentum*), le bois saint (*Guaiacum sanctum*), le figuier de Barbarie (*Opuntia* spp. et *Nopalea cochenillifera*), l'herbe aux serpents (*Dorstenia contrajerva*), etc.

Les détails de l'arrivée de beaucoup de ces plantes ne pourront probablement jamais être connus en raison du contrôle excessif de la Couronne sur les chargements que transportaient les navires. C'est pourquoi les ports de Vigo, La Corogne, Santander, Lisbonne, Gibraltar, Málaga, Sanlúcar de Barrameda et Cadix furent souvent utilisés à la place du port de Séville où le

déchargement était très strictement surveillé par les officiers de la Casa de la Contratación. Ainsi, de nombreuses marchandises n'ont pas été enregistrées et, parmi elles, beaucoup de ces espèces végétales qui en principe ne paraissaient pas avoir une vraie valeur commerciale. Pour cette raison, elles furent presque toujours plantées et diffusées dans les campagnes avant d'être connues des érudits; aussi les premières descriptions botaniques ou ethnobotaniques à partir du sol européen ont-elles été très postérieures à leur date d'arrivée sur le continent.

La situation changea notablement avec la publication en 1574 de *Historia medicinal de las cosas que se traen de nuestras Indias Occidentales* par le médecin sévillan Nicolás Monardes, qui mit en lumière les possibilités des nouvelles simples et de leur culture en Espagne. Son œuvre eut une grande diffusion et fut décisive pour d'autres travaux plus rigoureux et postérieurs, par exemple ceux de Dodoens, l'Obel et l'Ecluse, à l'aube du 17ᵉ siècle.

C'est ainsi que l'on a décrit des espèces comme la flor de manita (*Chirantodendron pentadactylon*), la pomme de terre (*Solanum tuberosum*), le sassafras (*Sassafras albidum*), l'arbre de vie (*Thuja occidentalis*), le tournesol (*Helianthus annuus*), la stramoine (*Datura stramonium*), le médicinier (*Jatropha curcas*), la salsepareille (*Smilax* spp.), l'avocatier (*Persea americana*), la quinoa (*Chenopodium quinoa*), la canne d'Inde (*Canna indica*), le copal (*Protium copal* ou *Bursera* spp.), le rocouyer (*Bixa orellana*), le goyavier (*Psidium guajava*), le savonnier (*Sapindus saponaria*), le cachimentier (*Annona muricata*), le papayer (*Carica papaya*), etc.

Cette situation perdure tout au long du 17ᵉ siècle en même temps que s'affirme dans les classes supérieures européennes un certain goût pour l'exotisme, qui profite à la culture de beaucoup des espèces qui arrivent d'Amérique comme plantes ornementales. Avec la traversée de l'Atlantique, on oublie les raisons de leur utilisation dans leurs régions d'origine, on perd complètement les informations ethnobotaniques concernant leurs propriétés et leurs applications (exception faite d'un certain pourcentage de plantes médicinales) et, bien qu'il s'agisse d'espèces importantes pour l'alimentation humaine, l'utilisation première, qui est même exclusive pendant assez longtemps dans la plupart des cas, est l'utilisation ornementale. Ce phénomène est si général que, sur 146 espèces américaines connues en Europe à la fin du 17ᵉ siècle, 44 étaient utilisées en Espagne comme plantes ornementales, alors qu'une seule l'était sur le Nouveau Continent (*Tigridia pavonia*, l'oceloxochitl aztèque). Beaucoup plus tôt, dans *Agricultura de jardines* de Gregorio de los Ríos, rédigée entre 1590 et 1591 et publiée en 1604, on cite autour de 200 espèces utilisées dans les jardins espagnols, dont 16 sont d'origine américaine. On peut citer parmi celles-ci notamment *Phaseolus vulgaris*, *Capsicum annuum*, *Capsicum frutescens*, *Helianthus annuus*, *Lycopersicon esculentum* et d'autres, qui ne paraissent à l'époque être intéressantes qu'en tant que plantes ornementales.

18ᵉ siècle: le siècle des lumières

Avec l'arrivée sur le trône de la dynastie des Bourbons, on observe la première rencontre importante entre les intérêts de la Couronne et ceux des grands savants. Cette nouvelle dynamique, totalement absente sous les Autrichiens – exception faite du faible appui donné par Philippe II au Protomedicato de Francisco Hernández – inclut l'histoire naturelle, et par conséquent la botanique, à la conception du 18ᵉ siècle qui reconnaît la nécessité d'obtenir plus d'informations et de meilleure qualité sur les richesses biologiques et géologiques de la planète, afin d'en tirer une exploitation plus rentable.

Ce sont aussi des raisons d'Etat qui revalorisent le rôle de l'agriculture – située très bas sur l'échel-

le sociale depuis les rois catholiques – et qui, par conséquent, font croître l'intérêt pour l'introduction de cultures et de produits nouveaux sur les circuits commerciaux de l'empire.

Ce changement profond de la pensée et de la conception politique commence sous les règnes de Philippe V et Ferdinand VI et atteint sa plénitude sous le règne de Charles III. Sous ce monarque, non seulement on encourage l'intérêt des savants pour le monde végétal en lançant par exemple la création de jardins botaniques, mais on organise aussi des expéditions scientifiques en Amérique avec l'obligation d'inventorier la biodiversité des colonies d'outre-mer, afin d'accroître à la fois les ressources et le prestige national. On prêtera une attention particulière aux plantes médicinales et à celles qui sont susceptibles d'avoir des usages particuliers, plantes tinctoriales. Ainsi, arrivent en Espagne des centaines d'espèces différentes sous forme de graines, plantes vivantes, exemplaires d'herbier, fragments identifiables, etc.

Seule objection à cette politique, il faut signaler les inconvénients du centralisme imposé par l'absolutisme monarchique de l'époque. Tout le matériel était inexorablement transporté d'abord à Madrid, où le Jardin botanique royal joua un rôle notable, les plantes se distribuant ensuite à partir de ce jardin de façon centrifuge. Les Jardins royaux d'Aranjuez durent aussi jouer un rôle remarquable, car on sait que, dans la seconde moitié du 18[e] siècle, y prospéraient des espèces américaines comme *Magnolia grandiflora*, *Liriodendron tulipifera*, *Acer saccharum*, *Acer negundo*, *Robinia pseudoacacia*. Avec la durée du transport et la dureté du climat hivernal du plateau castillan, la majeure partie des spécimens finissaient par périr. La création de jardins botaniques d'acclimatation sur la périphérie littorale ibérique et insulaire (Orotava, Valence, Sanlúcar de Barrameda) ne remédia qu'en partie à ces difficultés.

19[e] siècle

Au cours de ce siècle, les tendances unificatrices des attitudes sociales, politiques et scientifiques de l'esprit philosophique furent plus lentes. Les difficultés traditionnelles auxquelles se heurte la circulation libre et rapide de la pensée surgissent de nouveau. Presque tous les projets de recherche en histoire naturelle sont suspendus. Les relations de l'Espagne avec l'Amérique se limitent à un processus continu de décolonisation des anciens territoires des Indes occidentales.

Pour estimer le niveau de transfert des espèces américaines vers l'Espagne, on peut utiliser les données apportées par la *Memoria sobre los productos de la agricultura española* réunies pour l'Exposition générale qui a eu lieu à Madrid en 1857, sur la «montagne» de Príncipe Pío. Le catalogue des produits que les organisateurs considèrent comme potentiellement constitutifs de l'exposition citent un total de 640 espèces végétales d'intérêt économique, dont 130 sont d'origine américaine, typiques d'un lieu ou d'un autre de l'Espagne péninsulaire, des archipels des Baléares et des Canaries. Il s'agit essentiellement d'espèces alimentaires, industrielles et forestières (pour le bois). Parmi les «racines» comestibles, on cite la pomme de terre (de Ciudad Real, la Corogne et Tolède), la patate douce (de Malaga, Murcie et Valence) et le topinambour (de Madrid). Parmi les céréales, le maïs (de la Corogne, Oviedo, Santander, Barcelone, Valence et Murcie). Dans le chapitre des autres céréales, on trouve la quinoa (de Valence et Saragosse). Parmi les plantes horticoles, les courges (de Murcie et Valence), les poivrons et piments rouges (de Murcie, Logroño et Madrid), les tomates (de Murcie), la fraise du Chili (de Madrid), l'ananas tropical (de Barcelone) et la capucine (de Madrid). Parmi les légumes, les haricots (spécifiquement cités comme *Phaseolus vulgaris*, de Barcelone, Valence, Murcie, Oviedo, Avila, Ségovie et Madrid) et la cacahuète (de Valence). Parmi les

arbres fruitiers, le cachimantier (de Cadix, Malaga et Valence), le pacanier et le noyer américain (de Barcelone, Cadix, Madrid et Valence), le raisin de mer (*Coccoloba uvifera*) (de Málaga) et l'avocatier (de Valence). Parmi les plantes industrielles, on mentionne l'indigotier des Canaries. On observe la présence de certaines espèces aujourd'hui perdues et l'absence d'autres espèces américaines aujourd'hui mieux connues dans l'agriculture espagnole comme le tournesol, le cotonnier américain (*Gossypium hirsutum*), le papayer, le bábaco, le jojoba, etc.

Tendances actuelles

Au cours du 20e siècle, et surtout vers la fin, on observe une cosmopolitisation massive des ressources génétiques, due non seulement à la circulation plus rapide des gènes et des informations (élimination des frontières naturelles, révolution technologique et intensification des communications), mais aussi aux politiques économiques dynamiques appliquées dans le domaine agricole. L'introduction et le remplacement d'espèces et de variétés est rapide, ce qui se traduit par d'énormes fluctuations dans le paysage agricole, les produits et les modes de consommation. Une recherche folle de gains de productivité a abouti à ce que l'on a appelé la révolution verte, modèle d'agriculture qui, dans une grande mesure, a obligé à faire marche arrière en matière d'orientations agricoles. Les risques d'une simplification à outrance des génotypes en production ont mis en danger la conservation de la biodiversité agricole de la planète et provoqué la perte irréversible de gènes, de traditions d'utilisation et de consommation, homogénéisant de façon excessive les formes de vie et de survie de l'humanité. A la fin du siècle, on s'efforce de corriger ces extrêmes, mais on voit aussi apparaître, malheureusement, une course pour s'approprier un nouvel élément de pouvoir: les ressources phytogénétiques de la planète.

Ces derniers temps, on a assisté à d'importantes substitutions dans l'agriculture espagnole, où ont fait irruption des espèces et variétés américaines. On en citera comme exemple celle de la grosse fraise américaine (*Fragaria × ananassa*) en remplacement de la fraise européenne (*Fragaria vesca*) qui poussait à l'état sauvage dans les forêts de feuillus d'Espagne. La culture du tournesol a notablement diminué la superficie d'oliviers. Certains modèles d'agriculture méditerranéenne ont été remplacés par des ensembles nettement américains. Sur la côte de Grenade et Málaga, par exemple, le paysage agricole de caroubiers, de figuiers, de vignes (pour le raisin) et d'oliviers a été remplacé par des avocatiers et des cachimantiers; plus récemment, on essaie des papayers et des bábacos. L'horticulture sous plastique de cette même région, qui a presque totalement éliminé la canne à sucre, produit essentiellement des espèces américaines: tomate, piment, courge, haricot, cacahuète. A l'extérieur, apparaissent des pommes de terre ultraprécoces et des patates douces à la fin de l'automne. Même les variétés de vignes traditionnelles ont dû être greffées sur des porte-greffes américains résistant au phylloxéra. Le degré d'«américanisation» de l'agriculture espagnole est total: toute la gastronomie traditionnelle espagnole est conditionnée par les plantes américaines: la fabada asturienne, les patates douces à la sauce picón des Canaries, les piments de Rioja, le gazpacho andalou ou l'escalibada catalane, pour ne citer que quelques plats, ont besoin des gènes végétaux du Nouveau Monde.

MODES ET CAUSES DE LA MARGINALISATION

Avant d'établir un bilan ou une conclusion sur le rôle de protagoniste de la flore américaine dans l'élimination partielle ou totale de certaines cultures, il faut se rappeler l'origine de la biodiversité agricole des territoires ibériques précolombiens et les événements historiques dont ils furent

la scène pendant les premières décennies de la colonisation espagnole en Amérique.

Pendant que, dans le Nouveau Monde, les colons espagnols imposent un modèle d'agriculture, tentent d'introduire les cultures européennes et méprisent beaucoup des espèces exploitées par les ethnies amérindiennes ou en provoquent la marginalisation, il se produit aussi dans la péninsule ibérique une persécution et une marginalisation de la culture agricole andalouse. La prise finale du royaume de Grenade par les armées des rois catholiques, l'expulsion des juifs et des Maures, et plus tard la persécution de la culture hispano-arabe – y compris l'incendie de bibliothèques – provoquent un brusque changement de la structure agricole de beaucoup des territoires ibériques, surtout dans le sud. On voit une preuve éclatante de ce retour en arrière lorsqu'on compare la richesse – espèces citées, auteurs à qui l'on fait référence et même concepts – de l'œuvre d'Ibn al-Atwwam (Abu Zacharias) à celle d'Alonso de Herrera, ce prêtre qui, plus de 350 ans après l'arabe sévillan (12e siècle), a été chargé par le cardinal Cisneros d'écrire un traité d'agriculture dans la première décennie du 16e siècle, devant «l'absence de traités sur ce sujet». Seul le tiers des espèces citées par Ibn al-Awamm sont mentionnées par Alonso de Herrera. Il faut noter que, dans certains cas, plutôt que d'oubli on peut parler de «persécution», notamment dans celui de plusieurs plantes horticoles amères ou aromatiques, auxquelles les citoyens puritains de l'Espagne impériale trouvaient des effets aphrodisiaques ou simplement stimulants. Cela s'est produit par exemple avec la roquette (*Eruca sativa*), et même sur l'ail on peut lire des commentaires réticents dans l'œuvre d'Alonso de Herrera.

Les répercussions de l'introduction de la flore américaine se manifestent lentement, d'abord avec une forte inertie d'au moins un ou deux siècles, et ne deviennent patentes qu'à une époque très récente. Les modes de concurrence, d'élimination ou de marginalisation sont divers. La substitution est plus ou moins totale entre cultures d'usage identique ou équivalent, par exemple *Vigna sinensis* (dolique mongette) remplacée par *Phaseolus vulgaris* (haricot américain); *Lagenaria siceraria* (calebasse africaine) remplacée par *Cucurbita* spp. (surtout *Cucurbita pepo*); *Fragaria vesca* (fraise européenne) remplacée par *Fragaria* × *ananassa* (grosse fraise américaine); *Gossypium herbaceum* (cotonnier asiatique) remplacé par *Gossypium hirsutum* (cotonnier américain).

Le remplacement produit d'une façon similaire mais qui n'aboutit qu'à une élimination partielle, rend finalement sympatriques les deux cultures: c'est le cas d'*Olea europaea* (olivier), dont la superficie de culture est réduite par celle de l'*Helianthus annuus* (tournesol); *Panicum miliaceum*, *Setaria italica*, *Pennisetum glaucum* (mils) et dans une moindre mesure *Sorghum* spp., remplacés par *Zea mays* (maïs); *Juglans regia* (noyer européen) remplacé par *Juglans nigra* (noyer américain) et *Carya illinoensis* (pacanier).

Dans d'autres cas, le remplacement n'est pas exactement équivalent en ce qui concerne le produit de récolte obtenu, bien qu'il s'agisse de cultures de type similaire. Cela s'est produit par exemple avec les espèces de racines ou tubercules cultivées en Europe avant 1492, comme le salsifis, le panais, le céleri sauvage ou le raifort sauvage, disparus presque complètement face à la patate douce, au topinambour et surtout à la pomme de terre – incomparablement plus riches et plus productifs en hydrates de carbone – et bien que d'autres plantes du même groupe d'origine andine ne soient pas parvenues à s'introduire (maca, trufette acide, ulluque, capucine tubéreuse). Dans cette bataille, une espèce méditerranéenne s'en est bien sortie: la carotte.

Parmi les espèces ornementales aussi, on peut parler de substitution et de marginalisation: cyprès américain face à *Cupressus sempervirens*; *Bougainvillea* spp. face au jasmin, au lierre et au

chèvrefeuille; hybrides entre espèces américaines et méditerranéennes des genres *Populus* et *Platanus* face aux peupliers et platanes d'ombrage européen; œillets d'Inde et gerberas face aux cinéraires et aux chrysanthèmes. Les exemples dans ce domaine sont innombrables.

Il existe d'autre cas d'action plus indirecte: le chile (piment fort) a en partie pris la place d'une série de condiments consistant les uns en herbes aromatiques cultivées (cresson alénois, roquette, raifort sauvage, rue, coriandre, aneth) et ont en partie provoqué une diminution de la consommation d'autres épices importantes comme le clou de girofle ou le poivre.

Il s'est produit des substitutions presque complètes au niveau de l'agrosystème. C'est le cas de cultures arboricoles en sec du littoral (amandier, olivier, caroubier, vigne, figuier, pistachier) remplacées par les cultures subtropicales américaines sous irrigation limitée (avocatier, cachimantier) ou par une horticulture de primeurs sous plastique avec des espèces fondamentalement américaines (tomate, poivron, courge, haricot) alternées avec la patate douce ou la pomme de terre nouvelle.

Une autre forme de marginalisation ou plutôt de concurrence encore plus indirecte a été celle provoquée par l'introduction intentionnelle ou spontanée et plus tard le passage à l'état sauvage de l'agave ou pita (*Agave americana*) ou du figuier de Barbarie (nopal). Leur emploi en haies vives a éliminé d'autres espèces locales d'arbres, arbustes et végétaux de bordure de forêt, dont quelques-uns s'employaient comme plantes aromatiques et médicinales et comme sources de matières premières pour l'artisanat. La concurrence a même atteint la flore spontanée, mettant en danger la survivance des espèces endémiques locales (cas d'*Opuntia* sp. sur le littoral des Canaries. De même, *Nicotiana glauca* exerce des effets semblables dans certaines zones du littoral méditerranéen. On observe que dans d'autres régions du monde la flore américaine est arrivée à éliminer presque complètement la flore locale; c'est le cas de *Spidium cattleianum* et *Syzygium jambos* dans l'archipel des Mascareignes.

Pour compléter l'examen des mécanismes de concurrence de la flore américaine avec les cultures espagnoles, on ne peut oublier les mauvaises herbes introduites dans les systèmes agricoles européens. Beaucoup de ces espèces sont arrivées de façon accidentelle, et une petite partie d'entre elles ont anciennement fait l'objet d'essais de culture, pour retourner ensuite à l'état sauvage. Parmi les espèces d'origine américaine présentes dans l'agriculture espagnole qui sont les plus nuisibles, on rencontre *Amaranthus retroflexus*, *A. albus*, *A. blitoides*, *Conyza canadensis* et *C. bonariensis*. D'autres localement importantes peuvent être *Euphorbia nutans*, *Eclipta prostrata*, *Phytolacca americana*, *Xanthium spinosum*, *Amaranthus cruentus*, *A. hypochondriacus*, *A. muricatus*, *Oxalis latifolia* et *Paspalum paspaloides*.

Bibliographie

Alonso de Herrera, G. 1991. *Agricultura general (1513)*. E. Terrón, éd. Madrid, Ministère de l'agriculture.

Arciniegas, G. 1985. *Historiadores de Indias*. Selección, estudio preliminar y notas. Barcelone, Espagne, Ediciones Océano-Exito, S.A.

Columela, L.J.M. 1988. *De los trabajos de campo (siglo I)*. Edición a cargo de A.Holgado Redondo. Madrid, Siglo XXI de España Editores et Ministère de l'agriculture, des pêches et de l'alimentation.

Cortés, H. 1986. *Cartas de relación*. Barcelone, Espagne, Ediciones Océano-Exito, S.A.

Dantín Cereceda, J. 1943. *Catálogo metódico de las plantas cultivadas en España*. Ministère de l'agriculture. Madrid.

Fernández Pérez, J. & González Tascón, I., éds. 1991. *A propósito de la agricultura de los jardines de Gregorio de los Ríos*. Madrid,

CSIC/Ayuntamiento de Madrid.

Gerbi, A. 1978. *La naturaleza de las Indias Nuevas.* Mexico, Fondo de Cultura Económica.

Haring, C.H. 1939. *Comercio y navegación entre España y las Indias.* Mexico, Fondo de Cultura Económica.

Ibn al-Awwam. 1988. *Libro de agricultura (siglo XII).* Traduit et annoté par J.A. Banqueri; Madrid, Ministère de l'agriculture, des pêches et de l'alimentation.

Ibn al-Baytar. 1991. *Traité des simples (siglo XIII).* Traduction de Lucien Leclerc. Paris. Institut du monde arabe.

Ibn Bassal. 1955. *Libro de Agricultura (siglo XI).* Edité, traduit et annoté par J.M. Millas Vallicrosa et Mohamed Aziman. Tétuan, Maroc, Institut Muley El-Hassan.

Ibn Luyun. 1988. *Tratado de agricultura (siglo XIV).* Traduit et annoté par J. Eguaras Ibáñez. Grenade, Espagne, Patronato de la Alhambra y Generalife.

Isidoro de Sevilla. 1982. *Etimologías (siglo VI).* Texte latin, traduction espagnole et notes de J. Oroz Reta et M. Marcos Casquero, Madrid, BAC.

Long-Solís, J. 1986. Capsicum *y cultura. La historia del chilli.* Mexico, Fondo de Cultura Económica.

Lora González, A. & Hernández Bermejo, J.E. 1990. *La trasferencia de especies y cultura etnobotánica entre América y Europa (siglos XVI-XVII).* V Congreso Latinoamericano de Botánica, La Havane.

Martínez Alfaro, M.A. 1988. *Contribuciones iberoamericanas al mundo. Botánica, medicina, agricultura.* Biblioteca Iberoamericana n° 27. Madrid. Editorial Anaya.

Monardes, N. 1574. *Primera, segunda y tercera partes de la historia medicinal de las cosas que se traen de nuestras Indias Occidentales que sirven en medicina.* Séville, Espagne.

Münzer, J. 1991. *Viaje por España y Portugal (1494-1495).* Madrid, Editorial Polifemo.

Puerto Sarmiento, F.J. 1988. *La ilusión quebrada. Botánica, sanidad y política científica de la España Ilustrada.* Barcelone, Espagne, Ediciones Serbal, S.A.

Río Moreno, J.L. 1991. *Los inicios de la agricultura europea en el Nuevo Mundo (1492-1542).* Asaja.

Rojas Rabiela, T. & William T.S., éds. 1989. *La historia de la agricultura. Epoca prehispánica (siglo XVI).* Colección Biblioteca del INAH. Mexico, Instituto Nacional de Antropología.

Varela, C. 1989. *Cristobal Colón. Textos y documentos completos.* Madrid, Alianza Editorial, S.A.

Xirau, R. 1973. *Idea y querella de la Nueva España. Las Casas, Sahagún, Zumárraga y otros.* Madrid, Alianza Editorial, S.A.

Légumineuses à grains pour l'alimentation animale

Parmi les légumineuses à grains provenant de l'Ancien Monde, on peut distinguer pour leur marginalisation actuelle deux espèces du genre *Lathyrus* (*Lathyrus sativus* L. et *L. cicera* L.), une espèce du genre *Trigonella* (*Trigonella foenum-graecum* L.) et trois espèces du genre *Vicia* (*Vicia ervilia* (L.) Willd., *V. monanthos* (L.) Desf. et *V. narbonensis* L.). *Lathyrus sativus* porte en espagnol les noms populaires de almorta, gija, muela et tito (gesse commune, pois carré), et en Amérique hispanique les noms de alverja et chícharo (en portugais, on la connaît sous le nom de *chicharo*, en anglais sous le nom de *chickling vetch* et en Inde sous le nom de *khesari*). *Lathyrus cicera* est connue sous les noms de titarro, almorta de monte, chícharo, galgana et cicércula (gesse chiche, jarosse). *Trigonella foenum-graecum* est connue sous le nom d'alholva et aussi de heno griego ou fenogreco (en anglais, *fenugreek*; en français, *fenugrec*). *Vicia ervilia* correspond aux ers, également nommés en espagnol alcarceña, alverja, alcarraceña, ervilla, lenteja bastarda, etc. (en portugais, *ervilha de pombro* et *gero* et en anglais *bitter vetch*). *Vicia monanthos* est le nom des caroubes ou algarrobas, garroba et lenteja de Aragón (en portugais, *ervilhaca parda*). Enfin, *Vicia narbonensis* est connue sous le nom d'alverjón et de haba loca (en portugais, *ervilhaca de Narbona*; en anglais, *Narbonne vetch*; en français, *Vesce de Narbonne*).

Ces espèces, ainsi que le petit pois (*Pisum sativum* L.), les fèves (*Vicia faba* L.), les pois chiches (*Cicer arietinum*) ont été les premières légumineuses cultivées d'après les découvertes archéologiques sur la période néolithique, l'âge du bronze et l'âge du fer faites en Europe, au Proche-Orient et dans la vallée du Nil. Leur localisation a montré la diffusion de ces espèces à partir de leur centre de domestication. En raison de leur plus grande taille, les graines trouvées sont considérées comme des formes cultivées plutôt que des formes sauvages.

Columela, dans *De re rustica* (1er siècle), mentionne *Trigonella foenum-graecum* (fenugrec), *Vicia ervilia* (ers ou vesce amère) et *Lathyrus cicera* (gesse chiche), en se référant à leur utilisation, à leurs besoins pédologiques, aux travaux et aux dates de plantation. Il évoque spécifiquement *L. cicera* comme espèce cultivée dans l'Hispanie bétique pour l'alimentation des bovins en remplacement de *V. ervilia* sous forme de graines moulues, trempées dans l'eau et mélangées à de la paille, affirmant aussi que ce n'est pas un aliment désagréable pour l'homme. L'ouvrage intitulé *Libro de agricultura* d'Abu Zacaria (12e siècle) mentionne aussi *T. foenum-graecum* et *V. ervilia* en précisant les besoins pédologiques, les modes et dates de plantation, la fertilisation et les types d'utilisation dans l'alimentation animale, rappelant leur usage comme médicament pour l'homme et d'autres usages encore. Dans *Agricultura*

L'auteur de ce chapitre est L. López Bellido (Departamento de Ciencias y Recursos Agrícolas, Université de Cordoue, Espagne).

L'auteur remercie H. López Córcoles pour les informations fournies sur *Vicia narbonensis* et F. Varela pour les données relatives aux collections du Centre de conservation des ressources phytogénétiques de Madrid.

general de Alonso de Herrera (1513), on mentionne également *V. ervilia* et *L. sativus* en recommandant différentes techniques de culture et différents modes d'utilisation pour l'alimentation du bétail et le traitement des maladies. *L. sativus* est utilisé dans l'alimentation humaine de façon analogue à celle des pois chiches, et il est mélangé à d'autres grains pour faire du pain.

Le tableau 10 indique l'origine et la distribution, sous forme sauvage ou cultivée, des différentes espèces. Il n'existe pas de données au niveau mondial sur la superficie cultivée de ce groupe de légumineuses, étant donné leur caractère marginal. Les gesses communes (*L. sativus*) sont largement cultivées en Inde – Duke (1981) mentionne une superficie de 1,6 million d'hectares.. Les gesses chiches (*L. cicera*) ne se cultivent actuellement qu'en Espagne, mais auparavant on les cultivait dans tout le sud-ouest de l'Europe. Le fenugrec (*T. foenum-graecum*) se cultive dans la région méditerranéenne, au Proche-Orient, en Ethiopie, en Inde et dans le sud de la Californie. En Afrique du Nord, on le cultive pour le fourrage autour des oasis du Sahara depuis des temps très reculés. Les ers (*V. ervilia*) se cultivent en Turquie d'Asie, dans le centre et le nord de l'Espagne et dans d'autres pays de la région méditerranéenne, ainsi que dans l'ouest des Etats-Unis; la graine est exportée vers le Royaume-Uni et d'autres pays, notamment pour l'alimentation des ovins. Il y a peu de références aux lentilles d'Auvergne (*V. monanthos*) et à la vesce de Narbonne (*V. narbonensis*), bien que ces deux espèces, surtout la première, aient été largement cultivées dans la région méditerranéenne autrefois. On pourra observer à la figure 34 l'évolution régressive de la culture de ces légumineuses en Espagne; certaines d'entre elles sont pratiquement en voie de disparition.

COMPOSITION ET UTILISATION

Le tableau 11 présente la composition de la graine des espèces étudiées. La teneur en protéines varie entre 20 et 30 pour cent, et la teneur en matières grasses est en général très faible à l'exception du fenugrec (*T. foenum-graecum*). Comme pour les autres légumineuses, la lysine est l'amino-acide le plus favorable et la méthionine le plus limitant. Le grain comporte également différents facteurs antinutritifs (voir tableau 12). Les gesses communes et les gesses chiches (*L. sativus* et *L. cicera*) contiennent un acide aminé neurotoxique dénommé ODAP (acide ß-N-oxalile-L-α-ß-diaminopropionique) qui provoque chez l'homme et chez les animaux le neurolathyrisme. Cette maladie occasionne une paralysie des articulations inférieures par des lésions neurologiques dues à la dégénérescence de la mœlle épinière, surtout parmi les races équines si elles consomment la graine de façon continue pendant des mois comme élément principal de l'alimentation. Dans les cas extrêmes, on arrive à la mort. La consommation occasionnelle est inoffensive et ne paraît pas affecter le bétail ovin, car les éleveurs utilisent ces légumineuses pour les femelles en gestation, les agneaux à engraisser et les mâles qui montent. Le trempage de la graine dans l'eau, suivi de la cuisson et du traitement à haute température, paraît inactiver le composant lathyrogène, ce qui élimine sa toxicité. Les gesses communes (*L. sativus*) à fleurs et à graines blanches ont une teneur moins élevée en ODAP. Dans certaines localités du nord de l'Espagne, la consommation par l'homme de gesses blanches sélectionnées pour leur moindre teneur en substances lathyrogènes est traditionnelle. Il existe une corrélation négative entre la teneur en protéines totale des *Lathyrus* et la teneur en ODAP, ce qui a un intérêt pour l'amélioration des variétés. La teneur en ODAP de la gesse cultivée en Espagne est inférieure à celle des gesses asiatiques. On a également démontré que la teneur en ODAP de *L. cicera* est inférieure à celle de *L. sativus* (respectivement 0,146 et 0,205 pour cent).

FIGURE 32

Légumineuses à grains: A. lentille d'Auvergne (*Vicia monanthos*); A1. calice; A2. fleur; A3. légume; B. ers (*V. ervilia*); B1. fleur; B2. légume; C. vesce de Narbonne (*V. narbonensis*); C1. fleur; C2. légume



Le fenugrec (*T. foenum-graecum*) présente une forte teneur en gommes et mucilages (autour de 28 pour cent), qui rend difficile son utilisation directe dans l'alimentation des espèces monogastriques. Il contient d'autres substances qui donnent une odeur désagréable à la plante, envahissant tous ses alentours et se transmettant à la viande et au lait des animaux qui le consomment.

Les facteurs antinutritifs des espèces du genre *Vicia*, outre qu'ils affectent la valeur nutritive du grain, peuvent provoquer des altérations pathologiques diverses chez les animaux qui les consomment, particulièrement la volaille.

La graine est le principal usage de ce groupe de légumineuses, bien que ces dernières soient également cultivées comme fourrage, en vert ou en sec, et qu'elles jouent un rôle important comme amendement vert, enterré à la fin de l'hiver pour améliorer la fertilité des sols. La paille de ces légumineuses a une bonne valeur alimentaire pour le bétail.

De tout ce groupe, c'est la gesse commune ou pois carré (*L. sativus*) qui est la plus utilisée dans l'alimentation humaine, sous forme de légume vert ou de légume sec; le grain trempé dans l'eau et bouilli ou bien épluché est transformé en farine que l'on mélange à des céréales pour faire du pain ou de la bouillie. Ce dernier mode de préparation est habituel en Inde (*dhal*) et il a été populaire à des époques de pénurie et de famine dans les régions espagnoles de la Castille, de la Manche et de l'Estramadure, où on a observé de nombreux cas graves de neurolathyrisme dans les années 40 en raison d'une consommation abusive. Le Code alimentaire espagnol actuel interdit la consommation humaine de cette graine et de ses produits dérivés. Mélangée aux tourteaux oléagineux, on l'utilise pour les bovins, bien qu'en Espagne cette utilisation dans l'alimentation animale soit peu habituelle, par crainte du lathyrisme.

Les gesses chiches (*L. cicera*) sont utilisées indistinctement comme fourrage et en grains. On appelle méteil le mélange de graines de céréales, de légumineuses ou des deux (ou leur culture associée), qui donne un aliment complet pour le bétail. Le terme espagnol *comuña* provient de «común» dans son sens de mélange, ce mot faisant référence au mélange de graines que l'on obtenait au nettoyage avec le grain principal, en général du blé. Au début, l'association, de teneur très variable, se faisait à partir de plantes spontanées que l'agriculteur a améliorées en introduisant d'autres espèces de rendement et de qualité plus élevés. Dans la région espagnole de la Tierra de Campos, la gesse chiche a commencé à dominer dans le méteil du fait de la sélection mécanique, car sa graine était de plus grande taille que celle des ers et vesces, les deux noms étant utilisés indifféremment aujourd'hui. Aussi a-t-on une connaissance ancestrale de l'utilisation du méteil et de ses effets secondaires lathyrogènes. L'utilisation de *L. cicera* pour le bétail ovin ne présente pas de problème de lathyrisme lorsque la dose ne dépasse pas 50 pour cent de la ration dans les aliments concentrés.

Le fenugrec (*T. foenum-graecum*) se cultive surtout pour la production de grains. Sa forte odeur fait que les animaux manifestent une certaine réticence à le consommer. Il faut l'employer à faible dose car il communique une saveur désagréable à la viande et au lait, et provoque d'autre part un engraissement qui ne convient pas aux animaux de trait. Les marchands de bestiaux l'emploient parfois pour donner de la vivacité et un bon aspect passager aux animaux. On le cultive aussi comme condiment – une huile essentielle en est extraite pour assaisonner différents aliments et boissons (fromages, desserts, conserves au vinaigre, liqueurs). Il s'emploie également dans l'industrie pharmaceutique et cosmétique en raison de la vaste gamme de produits chimiques qu'il contient. La plante possède en outre des propriétés insecticides et s'utilise dans le stockage des grains pour éloigner les insectes. En méde-

FIGURE 33

Légumineuses à grains: A. gesse commune (*Lathyrus sativus*); A1. fleur; A2. légume; B. gesse chiche (*Lathyrus cicera*); B1. légume; C. fenugrec (*Trigonella foenum-graecum*); C1. fleur; C2. légume



cine populaire, on attribue à ses graines des propriétés toniques et vermifuges, et les composants mucilagineux sont utilisés pour le traitement des maux d'estomac. Dans la médecine hindoue, on utilise l'extrait de la graine pour ses propriétés cardiotoniques, diurétiques, antiphlogistiques, hypoglycémiques et antihypertensives. Il possède des principes actifs qui agissent sur le métabolisme des graisses et font mincir les femmes. En Inde, on pense que la consommation de la graine stimule la lactation.

Les espèces du genre *Vicia* s'utilisent traditionnellement dans l'alimentation des ruminants, surtout les ovins, mais ne s'utilisent pratiquement pas chez les espèces monogastriques en raison de la toxicité du grain et de son incidence négative sur la croissance.

Les ers (*V. ervilia*) ne doivent pas dépasser 25 pour cent de la ration alimentaire des ovins et des bovins. Les lentilles d'Auvergne (*V. monanthos*) sont plus appréciées du bétail lainier, mais sont refusées par les autres types de bétail en raison de leur légère saveur amère. La volaille et les oiseaux, à l'exception des pigeons, les mangent avec difficulté. Le grain de *V. narbonensis* peut s'utiliser comme aliment pour les bovins, qui l'acceptent mieux que les porcins et les ovins, à condition qu'on le leur administre moulu. De même que la vesce commune (*V. sativa*), il possède une légère saveur amère à laquelle les animaux arrivent à s'habituer, mais qui peut se communiquer au lait.

BOTANIQUE ET ÉCOLOGIE

Le tableau 13 décrit les principales caractéristiques botaniques des diverses espèces légumineuses étudiées. De par leur origine et leur zone de dispersion et de culture, elles sont adaptées aux conditions écologiques méditerranéennes. Leur cycle se déroule pendant la période automne-printemps: elles résistent au froid et aux gelées ainsi qu'à la sécheresse, surtout dans la dernière phase de la culture. Elles sont adaptées aux sols pauvres, souvent marginaux (voir tableau 10).

DIVERSITÉ GÉNÉTIQUE

Il existe peu d'informations sur la diversité génétique, la variabilité infraspécifique et les relations de ces espèces avec d'autres espèces sauvages proches. Peu de cultivars sont connus ou bien définis. Il ne reste que des zones réduites de culture dans certaines régions du monde et, dans beaucoup d'entre elles, les individus sont en danger d'extinction. Le matériel disponible dans les banques de gènes est rare. Aussi cet important matériel végétal obtenu au cours des millénaires de culture risque-t-il de disparaître; or, on ne peut observer que quelques travaux isolés de classification et de sélection.

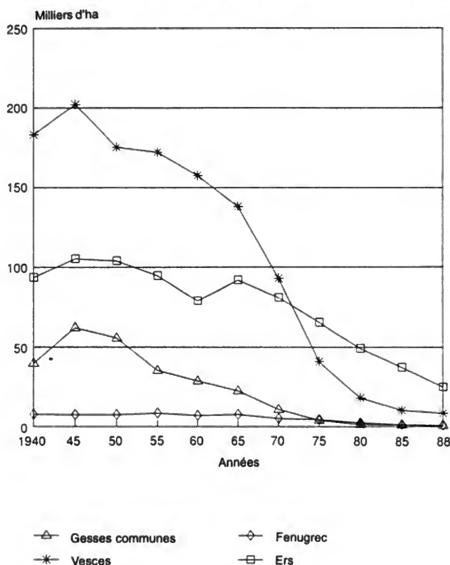
L'espèce *Lathyrus sativus* présente un grand nombre de variétés et de types qui diffèrent par la couleur des fleurs, le mode de croissance et la couleur et la forme des graines. On distingue deux variétés: la gesse commune blanche de petite taille et la gesse commune blanche de grande taille. La première est peut-être la forme originaire de l'espèce. Il est possible que la grande gesse soit une sélection de la précédente, avec des graines plus grandes, de couleur plus claire et plus aplaties.

En Inde, on en a identifié 56 types. Comme dans presque tout ce groupe d'espèces, les types cultivés sont des populations hétérogènes de variétés botaniques. Les centres de diversité sont l'Asie centrale et la Méditerranée.

Lathyrus cicera est considérée comme une plante semi-domestiquée qui existe en variétés locales et plantes spontanées dans les régions espagnoles de culture, surtout dans le centre et le nord. Il existe des variétés locales primitives autochtones en Castille-León, formées d'un matériel très hétérogène de grande diversité, adapté à des conditions défavorables. Ce matériel a traditionnellement été cultivé en association avec

FIGURE 34

Evolution de la superficie cultivée en espèces de légumineuses à grains pour l'alimentation animale en Espagne

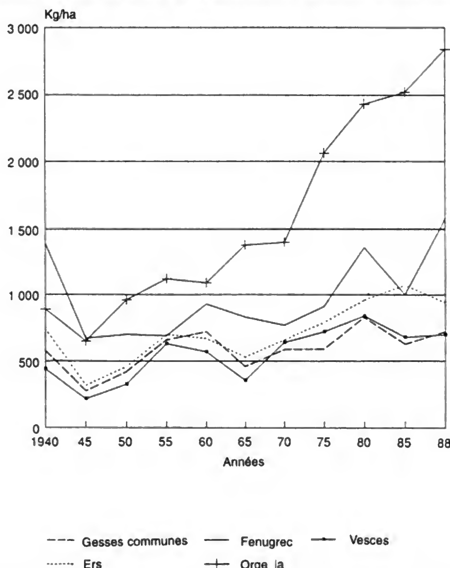


d'autres plantes (méteil), et sa domestication a été rare bien que la plante soit cultivée depuis des millénaires. Les principaux changements introduits dans ces variétés sont: port plus érigé et compact de la plante, déhiscence réduite des gousses et taille plus grande du grain. Les populations sauvages de *L. cicera*, abondantes en Espagne, possèdent des caractéristiques très proches de celles des plantes cultivées. La domestication de *L. cicera* s'est produite dans le sud de la France et l'Espagne, lorsque s'est étendue à ces pays la culture de la gesse commune (*L. sativus*) à partir de sa région d'origine et de domestication, à laquelle elle s'est par la suite substituée. On a proposé des descriptifs de *L. cicera* et on en reconnaît trois variétés botaniques: *pedunculatus*, *foliolatus* et *palentinus*.

On a conçu des programmes d'amélioration du fenugrec (*T. foenum-graecum*) pour augmenter le rendement de la diosgénine, un estéroïde présent dans la graine et utilisé en médecine, et pour étudier le comportement d'un mutant spontané à floraison plus précoce et à graine de plus grande taille. On a reconnu 29 écotypes différents. Le

FIGURE 35

Evolution du rendement en graines des espèces de légumineuses pour l'alimentation animale cultivées en Espagne



centre de diversité du fenugrec se situe dans la Méditerranée occidentale et au Proche-Orient.

Les types et variétés cultivés d'ers (*V. ervilia*) constituent des populations très hétérogènes qui apparaissent souvent mélangées à d'autres espèces de *Vicia*, cultivées ou spontanées. En Espagne, la variété la plus utilisée est l'ers rouge commun, mais ces dernières années on a enregistré quatre variétés sélectionnées. Les essais comparatifs de ces variétés et les expérimentations locales réalisées dans le centre de l'Espagne ont démontré que le matériel sélectionné présente un meilleur rendement. Le centre de diversité des ers se situe en Méditerranée occidentale et au Proche-Orient.

Dans le cas de la lentille d'Auvergne également (*V. monanthos*), les variétés cultivées sont botaniquement des populations très hétérogènes à partir desquelles on pourrait obtenir des sélections, des lignées et des écotypes adaptables à différents environnements. En Espagne, on distingue deux types de lentilles d'Auvergne: celles à graines blanches et celles à graines noires, selon les différentes tonalités des couleurs du fond de la

TABLEAU 10 **Origine, distribution de la culture et écologie des légumineuses à grains**

Espèce	Origine	Distribution	Climat	Sols
Lathyrus sativus L. (2n = 14)	Méditerrannée, Asie centrale	Centre, sud et est de l'Europe, Inde, Iran, Amérique latine	Adaptée au climat sec, bien qu'il supporte l'excès de pluie. Précipitations annuelles: 320-1 360 mm. Température moyenne annuelle: 13 °C	Adapté aux sols pauvres, tolère les sols lourds argileux; sensible aux sols acides
Lathyrus cicera L. (2n = 14)	Méditerranée, ouest de l'Asie	Sud et est de l'Europe, Proche-Orient, nord de l'Afrique	Tolère les froids et les gelées dans la région méditerranéenne, en semis automnal. Résistant à la sécheresse au printemps	Adapté aux sols pauvres pas trop humides ni saturés; préfère les sols forts bien chaulés et à pH basique
Trigonella foenum-graecum L. (2n = 16)	Méditerranée, Proche-Orient	Sud de l'Europe, nord de l'Afrique, Proche-Orient, Inde, Ethiopie, Etats-Unis	Adapté aux régions à précipitations modérées ou rares. Développement favorable pendant la saison de pousse tempérée fraîche. En climat méditerranéen, avec des hivers doux, on le sème en hiver et il mûrit au printemps. Précipitations annuelles: 380-1 530 mm. Température moyenne annuelle: 16 °C	Pousse bien sur les sols drainés profonds et francs, et sur les graviers et les sols sableux. Les sols argileux et acides ne lui sont pas favorables. Il craint l'humidité excessive du sol
Vicia ervilia (L.) Willd. (2n = 14)	Méditerranée, Proche-Orient	Méditerranée, Turquie, Etats-Unis	Très résistante au froid pendant la période végétative, du fait de son port bas et de sa faible ramification ainsi que de sa croissance lente. Très résistante à la sécheresse, même au printemps. On obtient une récolte même les années excessivement sèches. En conditions favorables, on obtient de hauts rendements. Précipitations annuelles: 360-1 160 mm. Température moyenne annuelle: 14 °C	Adaptée aux sols neutres ou légèrement acides. Tolère les sols de type calcaire, mais non les sols très argileux
Vicia monanthos (L.) Desf. (2n = 14)	Méditerranée	Méditerranée	Très résistante aux basses températures pendant le développement végétatif et à la sécheresse prolongée. Culture convenant aux régions à automne tardif et sec. Sensible à la sécheresse pendant la période de floraison, le rendement étant alors très fortement réduit. Précipitations annuelles: 350-1 230 mm. Température moyenne annuelle: 11 °C	Adaptée à une large gamme de sols à condition qu'ils ne présentent pas d'humidité excessive. Les préfère peu argileux, profonds et pauvres en chaux. C'est une des légumineuses qui exige le moins de fertilité du sol
Vicia narbonensis L. (2n = 14)	Méditerranée	Europe centrale, Méditerranée, Proche-Orient, Ethiopie, Asie centrale, Inde	Exigences plus grandes en matière de températures que les fèves (*Vicia faba*) et besoins moins grands d'humidité. Se substitue avantageusement à cette espèce dans les zones chaudes et sèches. Ne tolère pas le froid, craint les gelées	Les sols les plus adéquats sont les sols sableux et souples, profonds et bien pourvus en chaux. Tolère les sols argileux sans excès d'humidité

Sources: Duke, 1981; Mateo Box, 1960; Pascual, 1978; Villax, 1963.

TABLEAU 11 **Composition des graines de légumineuses à grains**

Espèce	Protéines	Acides aminés		Matière grasse	Hydrates de carbone totaux	Fibres	Cendres
		Lysine	Méthionine				
	(pourcentage du poids)						
Lathyrus sativus L.	25 - 28	1,84 - 2,47	0,1 - 0,15	0,6 - 1,9	55 - 61	4 - 15	3
Lathyrus cicera L.	25 - 27	–	–	1 - 1,3	56	6	3
Trigonella foenum-graecum L.	23 - 30	1,48 - 2,3	0,35	6 - 8	55	8-10	3,6 - 4,3
Vicia ervilia (L.) Wild.	17 - 21	1,53 - 2,02	0,37	1,3 - 2	61 - 64	4 - 6	2,4 - 3
Vicia monanthos (L.) Desf.	22	1,29	0,25	1,6	60	4,8	3,3
Vicia narbonensis L.	23 - 25	1,44 - 1,76	0,11 - 0,18	1 - 1,5	53	7,5 - 10	2,7 - 2,9

Sources: Duke, 1981; Franco Jubete, 1989; Gómez Cabrera, 1983; Mateo Box ,1960; Villax, 1963.

graine, le type noir étant plus souvent cultivé et le blanc plus rarement. On cite comme centre de diversité la Méditerranée occidentale, le Proche-Orient et la région eurosibérienne.

Vicia narbonensis est considérée comme une espèce très proche de *Vicia faba*. On est arrivé à penser un certain temps que c'était la forme d'origine des fèves, mais des études cytogénétiques ont démontré que cette théorie manquait de fondement. On estime que la variété *serratifolia* est l'origine des formes actuelles de *V. narbonensis*. Depuis l'Antiquité, on a essayé de croiser *V. faba* et *V. narbonensis* pour obtenir un hybride interspécifique qui réunisse les caractéristiques utiles de l'une et l'autre espèce. Ces dernières années, ces croisements ont été rendus possibles par manipulation génétique et grâce à la technique de récupération des embryons, ce qui permet d'obtenir un matériel valable lorsqu'on utilise comme parents les génotypes appropriés. En comparaison de *Vicia faba*, *V. narbonensis* possède un niveau élevé de résistance aux pucerons (*Aphis fabae*), avec des variations intraspécifiques, ce qui lui permet de présenter un bon potentiel agronomique. Elle paraît également présenter une plus grande résistance à l'orobanche (*Orobanche* spp.), raison pour laquelle les agriculteurs l'ont cultivée dans le passé.

Le tableau 14 présente les collections de matériel génétique existantes pour les espèces de légumineuses étudiées, selon les pays et les institutions qui les conservent. C'est probablement en Espagne qu'on trouve la collection la plus complète. D'après les données les plus récentes, il existe 49 lignées de *Lathyrus sativus* provenant d'Espagne et du Portugal; 92 lignées de *L. cicera* provenant d'Espagne; 177 lignées de *V. ervilia* provenant d'Espagne et du Portugal; 76 lignées de *V. monanthos* provenant d'Espagne; enfin 10 lignées de *V. narbonensis*.

PRATIQUES CULTURALES

Les techniques de culture de ces légumineuses sont très rudimentaires, étant donné leur caractère marginal, les faibles rendements obtenus et le peu

TABLEAU 12 **Facteurs antinutritifs des légumineuses à grains**

Espèce	Facteurs antinutritifs	Observations
Lathyrus sativus L.	Acide ß-N-oxalile-L-α-ß-diaminopropionique (ODAP), inhibiteurs de la trypsine, acide hydrocyanique, maltose, saponine, quercitine, flavines	Neurolathyrisme
Lathyrus cicera L.	ODAP	Neurolathyrisme (teneur inférieure à celle de *L. sativus*)
Trigonella foenum-graecum L.	Polysaccharides complexes (gommes et mucilages), inhibiteurs de la trypsine, sapogénines	Contient de nombreux composants chimiques présentant un intérêt pour l'industrie pharmaceutique, alimentaire, de la parfumerie et des cosmétiques (diosgénine, mucilages, cumarine, lécithine, etc.)
Vicia ervilia (L.) Willd.	Glucoside cyanogénique, canavanine, inhibiteurs de la trypsine	
Vicia monanthos (L.) Desf.	Glucoside cyanogénique, canavanine	
Vicia narbonensis L.	Glucoside cyanogénique	

Sources: Arora, 1983; Harborne, Boulter et Turner, 1971; Gómez Cabrera, 1983; Mateo Box, 1960; Villax, 1963.

d'avantages qu'elles apportent à l'agriculteur. La préparation du sol est réduite et on ne pratique aucun type d'amendement; le semis s'effectue en automne ou au début de l'hiver; on n'applique aucun type d'herbicide. La récolte s'effectue parfois manuellement, avec battage sur l'aire, mais on la fait souvent avec une motofaucheuse, avec battage et nettoyage ultérieurs, et plus rarement avec une moissonneuse.

Le tableau 15 présente les techniques traditionnelles de culture pour chaque espèce. Quelques essais de nouvelles techniques de culture ont été réalisés en Espagne récemment. Pour *Lathyrus cicera*, on a proposé, outre une meilleure sélection de la semence, d'utiliser des doses de semences de 125 kg par hectare et d'appliquer des herbicides (propysamide + diurone ou trifluraline + linurone), et il est conseillé de procéder à la récolte par fauchage ou en utilisant une moissonneuse à céréales modifiée. Pour les ers (*V. ervilia*) qui sont, parmi ces espèces, celles dont la superficie cultivée est la plus grande en Espagne et dont il existe des variétés sélectionnées, on recommande l'utilisation d'herbicides (alachlore + linurone, métolachlore + prométrine, cyanasine ou métazol), et on conseille de procéder à la récolte avec une moissonneuse à céréales durant les premières heures de la matinée et en ne procédant que dans une seule direction pour éviter les problèmes d'égrenage.

Le tableau 16 indique les rendements de grains de chaque espèce selon les régions et les pays, aussi bien dans les conditions normales de culture que dans des conditions expérimentales.

PERSPECTIVES D'AMÉLIORATION

Depuis l'apparition de l'agriculture moderne, il existe des limitations d'ordre biologique, technique et économique qui ont provoqué la marginalisation actuelle de ces légumineuses cultivées. Cette situation varie selon la zone géographique et, parmi les pays du bassin méditerranéen, on fera ici particulièrement référence à l'Espagne.

Les limitations d'ordre biologique résident dans

TABLEAU 13 **Caractéristiques botaniques des légumineuses à grains**

Espèce	Structure de la plante	Fleurs	Gousses	Graines
Lathyrus sativus L.	Ramifiée. Tiges subérigées et grimpantes. Hauteur: 40-90 cm. Racine principale: 50-70 cm. Racines secondaires très nombreuses	Solitaires, axillaires et dotées d'un large pédoncule. Couleur bleu pourpre, rose ou blanche	De 2,5 à 5 cm de longueur, larges et aplaties, contiennent de un à cinq grains	Forme de coin. Couleur crème ou marron grisâtre, parfois moucheté de sombre ou avec un petit hile sur le bord le plus large
Lathyrus cicera L.	Plus petite que *L. sativus*. Hauteur: 30-50 cm. Racine pivotante et profonde (80-120 cm) et moins de racines secondaires	Solitaires, de couleur rougeâtre	Typiquement cannelées avec trois à cinq graines	Semblables à celles de *L. sativus*, mais moins anguleuses et plus arrondies. Couleur grisâtre avec des taches sombres. De 17 000 à 18 000 graines/kg
Trigonella foenum-graecum L.	Tiges érigées allant jusqu'à 40-80 cm, ramifiées sauf lorsqu'il y a forte densité des plants. La plante et les graines ont une forte odeur caractéristique	Solitaires ou par paires, axillaires et sessiles. Couleur blanc jaunâtre, taché de violet à la base de la corolle	De 7,5 à 15 cm de longueur, érigées et parfois courbées. Veinées longitudinalement et pourvues d'une longue pointe (2-4 cm). Contiennent de 10 à 20 graines	Oblongues, quadrangulaires, parfois comprimées. Couleur jaune ou châtain clair. Approximativement 50 000 graines/kg
Vicia ervilia (L.) Willd.	Faible hauteur (20-70 cm) et faible ramification. Port très rampant. Système radiculaire très développé	Inflorescence à une à trois fleurs pendantes et unies à l'axe par un petit pédicelle. Couleur blanchâtre, parfois avec une teinte violacée	De 2 à 3 cm. Les graines sont très apparentes car les valves y adhèrent fortement. Deux à quatre graines par gousse	Tétraédriques, parfois anguleuses. Couleur claire, depuis le crème jusqu'au brun rouge. De 25 000 à 35 000 graines/kg
Vicia monanthos (L.) Desf.	Tiges rampantes et à section polygonale. Hauteur jusqu'à 80 cm. Racines profondes et bien ramifiées	Inflorescence uniflore, à fleurs pédicellées et pendantes. Couleur blanchâtre	Aplaties, de 3 à 4 cm de longueur. Couleur marron clair. Deux à cinq graines par gousse	Semblables à la lentille mais plus petites et moins aplaties. Couleur variable allant du clair (jaune-rosé) au sombre (châtain, avec des points noirs). 10 000 à 20 000 graines/kg
Vicia narbonensis L.	Tiges érigées et ramifiées de section quadrangulaire. Hauteur: jusqu'à 70-80 cm. Racines profondes et bien développées	Inflorescence à grandes fleurs de couleur violacée ou rougeâtre et de contours différents dans les diverses parties de la corolle	De 5 à 7 cm de longueur, larges, se terminant par une courte pointe courbée de couleur presque noire. Six à sept graines	Arrondies avec des bosselures, de couleur brun foncé ou noir. De 4 000 à 5 000 graines/kg

Sources: Duke, 1981; Mateo Box, 1960; Villax, 1963.

TABLEAU 14 Collections de matériel génétique de légumineuses à grains

Pays	Espèce	Institution
Afghanistan	*Vicia ervilia*	Plant Research and Soil Science Department. Ministry of Agriculture, Kaboul
Allemagne	*Vicia ervilia* *Vicia narbonensis* *Lathyrus* spp.	Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Braunschweig; Zentralinstitut für Genetik und Kulturpflanzenforschung, Gatersleben
Australie	*Lathyrus sativus*	Department of Agriculture Adelaide, Australie méridionale
Bulgarie	*Vicia ervilia*	Institute of Plant Introduction and Genetic Resources, Sadovo
Chypre	*Vicia ervilia*	Agricultural Research Institute. Ministry of Agriculture and Natural Resources, Nicosie
Espagne	*Lathyrus cicera* *Lathyrus sativus* *Vicia ervilia* *Vicia monanthos* *Vicia narbonensis* *Vicia ervilia*	Centro de Conservación de Recursos Fitogenéticos. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid; Estación Experimental de Aula Dei, CSIC, Saragosse
Ethiopie	*Trigonella foenum-graecum*	Plant Genetic Resources Center. Agriculture Research Institute, Addis Abeba
France	*Vicia narbonensis*	Station d'amélioration des plantes, INRA, Dijon
Iran	*Trigonella foenum-graecum*	Seed and Plant Improvement Institute; Plant Genetic Resources Division, Karaj
Pakistan	*Lathyrus* spp.	Agricultural Research Council, Islamabad
Portugal	*Vicia ervilia*	Estação Agronómica Nacional, INIA, Oeiras
Tchécoslovaquie	*Lathyrus* spp.	Plant Breeding Research Institute of Technical Crops and Legumes, Tumenice
Turquie	*Lathyrus* spp.	Aegean Agricultural Research Institute, Menemen, Izmir
CEI	*Lathyrus* spp.	NI Vavilov All-Union Institute of Plant Industry, Saint-Pétersbourg

Source: Esquinas, 1983.

l'absence d'amélioration génétique d'un matériel végétal aussi divers et cultivé depuis des millénaires, ce qui se manifeste par la stabilité des rendements au cours des 50 dernières années (figure 35), en fonction des conditions écologiques (on observe les différences d'évolution du rendement de l'orge dans la même période).

La présence d'éléments toxiques ou de facteurs antinutritifs, dont l'élimination ou la réduction aurait pu être abordée dans des programmes de sélection, constitue une restriction pour leur emploi dans la consommation humaine et surtout dans l'alimentation animale. L'inventaire des ravageurs et maladies qui attaquent ce groupe de légumineuses, bien qu'il soit très vaste, présente d'importantes lacunes du fait de la faible importance de leur culture et du peu d'études réalisées. Cependant, on ne constate pas qu'en général l'attaque d'agents pathogènes représente une limitation grave pour la culture.

On a pu constater la tolérance du fenugrec (*T. foenum-graecum*) aux insectes et aux maladies, la résistance de la gesse commune (*L. sativus*) à la rouille et aux virus, et la résistance de

TABLEAU 15 Techniques traditionnelles de culture des légumineuses à grains[1]

Espèce	Travail de la terre	Amendement	Semis	Herbicides	Récolte
Lathyrus sativus L. et *L. cicera* L.	Premier labour (parfois avec cultivateur ou herse)	Aucun (parfois 100 à 200 kg/ha de superphosphate à 18 pour cent)	En automne, après les premières pluies; 150 à 200 kg/ha de graines (on utilise parfois l'orge comme tuteur: 15 à 20 kg/ha). Avec semeuse de céréales, 15 à 40 cm entre les rangées	Aucun (*Avena* sp., *Papaver* sp. et crucifères)	Avec moissonneuse à céréales (pertes de 20 à 30 pour cent dues à la déhiscence et au port bas de la plante). Se fauche aussi à la motofaucheuse (en rangées, séché) et moissonneuse avec *pick-up*
Trigonella foenum-graecum L.	Hersage et roulage	Aucun (parfois 100 à 150 kg de superphosphate à 18 pour cent)	En octobre: 110 à 130 kg/ha de graines. Avec semeuse de céréales, 15 à 18 cm entre les rangées	Aucun (*Avena* sp., *Papaver* sp. et *Veronica* sp.)	A l'aide d'une moissonneuse à céréales (difficultés dues au fait que les plants se couchent et s'égrainent)
Vicia ervilia (L.) Willd.	Hersage et/ou cultivateur et rouleau	Aucun (exceptionnellement 100 kg/ha de superphosphate à 18 pour cent)	En octobre-décembre, 100 à 130 kg/ha de graines. Avec semeuse de céréales, 15 à 20 cm entre les rangées. Parfois à la volée	Aucun (*Avena* sp., *Lolium* sp., *Papaver* sp., *Cirsium* sp., *Veronica* sp., *Poligonum* sp. et crucifères). Très sensible aux herbicides hormonaux pour céréales, qui lui provoquent de graves dommages	Moissonneuse à céréales et motofaucheuse, battage et nettoyage. Parfois manuelle et battage sur l'aire
Vicia monanthos (L.) Desf.	Labour, hersage et roulage	Aucun	En octobre-décembre, 95 à 100 kg/ha de graines. Avec semeuse de céréales, 15 à 20 cm entre les rangées	Aucun (*Avena* sp., *Lolium* sp., *Papaver* sp., *Matricaria* sp. et *Cirsium* sp.)	Motofaucheuse, battage et nettoyage. Parfois, arrachage manuel et battage sur l'aire

[1] Il n'existe pas de données sur *Vicia narbonensis*, car sa culture est pratiquement inexistante en Espagne.

TABLEAU 16 **Rendement en grains des différentes légumineuses**

Rendement *(kg/ha)*	Région	Observations	Auteurs
Lathyrus sativus L.			
500 - 2 600	Espagne	Culture	Guerrero & López Bellido, 1983
1 000 - 1 500	–	Culture	Duke, 1981
312	Inde	Culture	Duke, 1981
2 126 - 6 242	Nord de l'Espagne	Expérimentation	Franco Jubete, 1989
Lathyrus cicera L.			
1 500 - 2 500	Sud de l'Europe	Culture	Villax, 1963
1 580 - 3 037	Nord de l'Espagne	Expérimentation	Franco Jubete, 1989
Trigonella foenum-graecum L.			
750 - 3 800	Espagne	Culture	Guerrero & López Bellido, 1983
500 - 3 320	–	Expérimentation	Duke, 1981
3 700	Royaume-Uni	Expérimentation	Duke, 1981
1 000	Maroc	Expérimentation	Duke, 1981
800 - 1 500	Ouest du bassin méditerranéen	Culture	Villax, 1983
338 - 1 490	Nord de l'Espagne	Expérimentation	Franco Jubete, 1989
Vicia ervilia (L.) Willd.			
400 - 2 200	l'Espagne	Culture	Guerrero & López Bellido, 1983
1 000 - 2 500	Ouest du bassin méditerranéen	Culture	Villax, 1963
1 299 - 2 830	Nord de l'Espagne	Expérimentation	Divers
2 600 - 3 000	Centre de l'Espagne	Expérimentation	Divers
1 580 - 2 358	Nord de l'Espagne	Expérimentation	Franco Jubete, 1989
Vicia monanthos (L.) Desf.			
400 - 1 800	Espagne	Culture	Guerrero & López Bellido, 1983
106 - 249	Nord de l'Espagne	Expérimentation	Franco Jubete, 1989
Vicia narbonensis L.			
1 070 - 3 307	Nord de l'Espagne	Expérimentation	Franco Jubete, 1989

Source: Esquinas, 1983.

V. narbonensis à *Aphis fabae*. Parmi les ravageurs et maladies qui revêtent une importance économique, on trouve *Aphis craccivora* et *Myzus persicae* pour le fenugrec; *Ascochyta pisi* et *A. orobi* pour les gesses communes en Inde. En Espagne, les ravageurs les plus importants sont les pucerons (sans précision) pour les ers et les lentilles d'Auvergne; *Bruchus* spp. pour *V. ervilia*, *L. sativus* et *L. cicera*; *Apion* spp. pour *L. sativus* et *L. cicera*. Les principales maladies sont la rouille (*Uromyces pisi* ou *U. fabae*) pour *V. monanthos*, et les nématodes (sans précision) pour *V. ervilia*.

Dans l'ordre agronomique, la précarité des techniques utilisées a empêché l'augmentation des rendements. Ces techniques doivent obliga-

toirement être utilisées faute de réponse de la culture aux nouvelles pratiques et étant donné le peu de rentabilité de leur application. La difficulté de mécaniser la récolte, étant donné la structure aérienne de la plante et sa propension à s'égrener à maturation, est sans aucun doute le facteur qui présente la plus grande importance. Par ailleurs, la concurrence des mauvaises herbes a été un facteur limitant des rendements lorsqu'on n'utilisait pas les herbicides appropriés. C'est pourquoi il s'est produit une augmentation de la monoculture des céréales ainsi que de la superficie des jachères, en même temps que l'on a introduit dans certaines jachères de nouvelles cultures, par exemple le tournesol, qui ont fait l'objet d'une bonne promotion par l'industrie extractive, grâce à la diffusion de techniques, au prêt de machines, à l'octroi d'avances aux agriculteurs et à la garantie d'achat. D'autre part, les transformations de l'irrigation ont donné lieu à l'introduction de cultures beaucoup plus rentables comme la betterave et le maïs.

Traditionnellement, il n'a jamais existé de politique de protection de ces légumineuses (alors qu'on en a appliqué une aux céréales), ni de circuits de commercialisation; il y a eu des carences dans la régulation de l'offre, et le secteur producteur a été déconnecté de l'industrie des aliments pour le bétail. Cette dernière s'est développée sous la protection de mesures qui ont favorisé la farine de soja: importations à bas prix, facilités de tous types et aide aux producteurs. A titre d'exemple, la CEE n'a, ces dernières années, envisagé dans son organisation commune des marchés que des aides à la production des ers, oubliant complètement le reste de ce groupe de légumineuses.

Les millions d'hectares de terrains en jachère qui existent en Espagne pourraient bénéficier d'une promotion de la culture de ces légumineuses, productrices de protéines et améliorant la fertilité des sols, dans le cadre d'une agriculture durable et de la Politique agricole commune, qui cherche à favoriser les cultures alternatives. Il ne faut pas oublier le rôle de ces légumineuses dans la conservation du sol et l'amélioration de l'environnement, ni leurs usages non alimentaires, comme l'obtention de produits pharmaceutiques et cosmétiques dans le cas du fenugrec.

Il faudrait, de plus, procéder à une recherche complète, à court et à moyen terme qui permette de connaître et d'évaluer le matériel végétal, de procéder à l'amélioration génétique et de mettre au point des techniques de culture plus adéquates pour l'augmentation de la production. Ces techniques seraient ensuite transférées aux agriculteurs, en les incitant à la culture des différentes espèces selon les systèmes de culture et les régions. L'industrie des aliments pour animaux devrait participer à ce processus, en intégrant progressivement dans ses fabrications l'utilisation de ces matières premières.

Bibliographie

Arora, S.K. 1983. *Chemistry and biochemistry of legumes*. Londres, Edward Arnold.

CIRP, 1989. *Directory of germplasm collections*. 1.I. *Food legumes*. Rome.

Duke, J.A. 1981. *Handbook of legumes of world economic importance*. New York, Plenum Press.

Esquinas, J.T. 1983. Las colecciones de leguminosas a nivel mundial. *In* J.I. Cubero et M.T. Moreno, éds. *Leguminosas de grano*, p. 273-320, Madrid, Mundi Prensa.

Franco Jubete, F. 1989. Iniciación a la selección de *Lathyrus cicera* L. en la provincia de Palencia. Universidad Politecnica de Madrid. (Thèse)

Gómez Cabrera, A. 1983. Los granos de leguminosas como componentes proteicos para la alimentación animal. *In* J.I. Cubero et M.T. Moreno, éds. *Leguminosas de grano*, p. 249-262, Madrid, Mundi Prensa.

Guerrero, A. & López Bellido, L. 1983. Producción y sistemas de cultivo en leguminosas-pienso. Aspectos técnicos y económicos. In *Jornadas Técnicas sobre Leguminosas-Pienso*. p. 51-83. Madrid. Ministère de l'agriculture, des pêches et de l'alimentation.

Harborne, J.B., Boulter, D. & Turner, B.L. 1971. *Chemotaxonomy of the Leguminosae*. Londres, Academic Press.

Jiménez Díaz, R.M. 1983. Información preliminar para un inventario de las enfermedades de leguminosas de grano en España. *In* J.I. Cubero et M.T. Moreno, éds.*Leguminosas de grano*, p. 175-196, Madrid, Mundi Prensa.

Mateo Box, J.M. 1960. *Leguminosas de grano*. Barcelone, Espagne, Salvat.

Pascual, M. 1978. *Leguminosas de la Península Ibérica y Baleares*. Madrid, INIA.

Santiago, C. 1983. Inventario de plagas de leguminosas de grano. *In* J.I. Cubero et M.T. Moreno, éds. *Leguminosas de grano*, p. 197-210, Madrid, Mundi Prensa.

Villax, E.J. 1963. *La culture des plantes fourragères dans la région méditerranéenne occidentale*. Rabat, Institut national de la recherche agronomique.

Variétés traditionnelles de légumineuses à grains pour l'alimentation humaine

Depuis l'origine de l'agriculture, les légumineuses à grains ont de multiples usages selon l'exploitation faite des différentes parties de la plante. Les graines sont utilisées sèches ou vertes, les légumes verts, et la plante sèche comme paille pour l'alimentation du bétail et verte comme fourrage ou amendement organique. Le grain sec sert pour l'alimentation animale ou humaine; dans ce dernier cas, on l'utilise entier ou décortiqué, en farine, bouilli ou grillé. La farine est utilisée pure ou mélangée avec d'autres farines, généralement de céréales. Les légumineuses se servent comme plat principal, tantôt seules tantôt mélangées, en accompagnement de la viande ou du poisson, en apéritif, en vert ou sèches.

On trouve la même diversité parmi les systèmes de culture (extensive en sec ou irriguée, purement horticole, et d'hiver ou de printemps), ou dans le traitement après récolte (consommation en frais, en sec emmagasiné ou pour l'usage immédiat). L'emballage peut être simple, et le produit peut se présenter congelé, en boîte ou précuisiné. Les légumineuses à grains sont une source d'huile; on en fabrique des galettes riches en protéines et elles contiennent d'autres substances intéressantes pour l'industrie et la pharmacie.

Outre tout ce que la plante offre de façon immédiate, les légumineuses ont constamment accompagné des espèces productrices d'hydrates de carbone, c'est-à-dire les céréales dans les zones tempérées ou les racines et tubercules dans les zones tropicales. Cela tient non seulement à leur grande valeur nutritive, mais aussi à leur capacité de fixer l'azote atmosphérique en le libérant ensuite dans la terre, circonstance qui, perçue intuitivement par les paysans de toutes les époques en raison de ses effets sur les cultures, a obligé à inclure les légumineuses dans toutes les agricultures.

Il y a toujours une légumineuse apte à être semée quelles que soient les conditions de climat et de sol. On peut, par exemple, recourir au pois à vache (*Vigna unguiculata*) si le climat est subtropical semi-aride, ce qui le rend adapté à la culture dans tout le bassin méditerranéen, comme cela s'est d'ailleurs fait dans le passé (jusqu'à l'implantation totale du haricot américain). Le haricot commun et, en général, les haricots américains (*Phaseolus vulgaris, P. lunatus, P. coccineus* et peut-être d'autres) partagent avec le pois à vache les potagers méditerranéens, le remplaçant dans des lieux plus froids, comme le nord de l'Espagne. Les fèves ne tolèrent pas les climats subtropicaux et semi-arides, mais peuvent être cultivées jusqu'à moins de 400 mm de précipitations hivernales exclusivement. Elles se substituent donc parfaitement au pois à vache et au haricot dans ces environnements et permettent même de coloniser de nouvelles terres. En dessous de 400 mm, on préfère le pois chiche, qui partage avec les fèves un double usage dans l'alimentation aussi bien humaine qu'animale. En dessous de 300 mm et avec une température inférieure, la lentille reste la seule légumineuse permettant une consommation humaine sans pro-

---

L'auteur de ce chapitre est J.I. Cubero (ETSIAM, Cordoue, Espagne).

blème (la consommation d'autres légumineuses à grains par l'homme présente d'autres restrictions). Le petit pois peut occuper des zones très diverses: depuis les potagers, où on le trouve avec les fèves et les haricots, jusqu'aux régions désertiques froides et semi-arides, bien qu'il ne tolère pas les mêmes conditions extrêmes que la lentille.

Il ne faut donc pas s'étonner que les légumineuses à grains aient occupé une place privilégiée dans l'agriculture et l'alimentation humaine. Leur situation dans l'agriculture mondiale est pourtant à l'heure actuelle, d'après les chiffres globaux, celle d'un groupe de cultures en régression très nette. Ces données doivent être interprétées avec des nuances: en effet, les cultures horticoles sont prospères, mais non les cultures de type extensif et propres à une agriculture de subsistance. Etant donné que ces dernières occupent une superficie beaucoup plus grande que les premières, qui en réalité se concentrent sur quelques rares espèces, les chiffres reflètent bien la situation moyenne mais ils ne la décrivent pas de façon adéquate.

Cette situation touche toutes les espèces de légumineuses à grains. Il convient de noter que leur décadence se produit dans l'agriculture qui fait un large usage de la technique, c'est-à-dire l'agriculture occidentale, excédentaire, par opposition à l'agriculture de subsistance de nombreux pays en développement. Dans cette dernière, les légumineuses peuvent ne pas jouer un rôle très important en ce qui concerne les quantités produites, mais leur valeur est élevée du point de vue qualitatif, car elles fournissent en général les rares protéines disponibles pour la consommation humaine.

L'agriculture hautement sophistiquée est très récente dans l'histoire de l'humanité; c'est en fait une conséquence de la révolution industrielle du 18e siècle. A cette époque, au Royaume-Uni, on a réussi à appliquer avec succès les principes scientifiques à quelques problèmes agricoles. L'expérimentation, en même temps que des inventions dans d'autres domaines du savoir, a motivé une authentique révolution agricole que l'on peut résumer ainsi: la démonstration du fait que la monoculture, surtout céréalière, est possible; l'introduction progressive des engrais naturels ou artificiels; l'idée que les animaux ne sont pas essentiels pour l'exploitation agricole; la perte d'importance corrélative des cultures destinées à l'alimentation animale; l'augmentation du commerce au moyen du chemin de fer ou du bateau à vapeur qui rendait inutile l'exploitation agraire d'autosuffisance; le remplacement des bœufs et chevaux comme animaux de trait, avec la perte d'importance qui s'en est suivie des cultures qui leur étaient destinées; la production, en dehors de l'exploitation agraire, d'aliments pour animaux concentrés ou composés; l'abandon de zones rurales, perceptible encore de nos jours, en faveur de régions industrielles.

Quand l'amélioration scientifique s'est établie sur une base ferme au milieu du 19e siècle, et surtout lorsque l'amélioration génétique s'est imposée récemment, elles ont répondu aux nécessités impérieuses de cultures de premier ordre. Les légumineuses à grains ne figuraient pas parmi elles, à moins qu'elles aient un usage horticole, auquel cas elles entraient dans une alimentation humaine raffinée comme complément mais non comme aliment de base. Les légumineuses du pauvre, qui servirent de source de protéines pendant des millénaires et qui remplissent encore cette fonction dans l'agriculture de subsistance des pays en développement, se trouvèrent reléguées dans des régions marginales en dehors des routes commerciales, de l'intérêt scientifique, des nouvelles techniques agricoles et des travaux d'amélioration.

Dans une agriculture aussi fortement concurrentielle que la nôtre, bien que les agriculteurs connaissent les avantages que ces espèces possèdent en ce qui concerne un aspect ou un autre de l'exploitation agraire, ils les situent au second

plan en raison exclusivement de questions de rendement. Cela se traduit par une offre limitée et fragmentée impropre à une commercialisation adéquate, ce qui à son tour en motive l'abandon. Il est intéressant de constater comment, en situation d'urgence, les agriculteurs reviennent à la légumineuse. Dans des régions d'Espagne où l'orobanche (*Orobanche* sp.) a causé pratiquement l'abandon de la culture du tournesol, on se met de nouveau à semer des fèves. On peut en dire de même du pois chiche dans la région de Séville, en raison de problèmes relatifs au prix de la céréale. Lorsque l'agronomie et l'amélioration génétique s'occupent des légumineuses, celles-ci répondent généreusement.

En définitive, la situation des espèces dont on traite ici vaut aussi pour de nombreuses autres légumineuses: appréciées de l'agriculteur, du consommateur et de l'industriel, leur culture décroît néanmoins d'année en année. La cause ultime de leur marginalisation est qu'elles sont arrivées tard dans le monde de la commercialisation.

POIS À VACHE (*Vigna unguiculata*)

Origine du nom

On appelle aujourd'hui «caupí» en espagnol les pois à vache; il s'agit d'une transcription phonétique du nom anglais pour les distinguer des espèces cultivées de *Phaseolus*. Mais le haricot a toujours correspondu au végétal que l'on dénomme aujourd'hui «caupí» et à quelques autres espèces connexes sur le plan agronomique et cultural (particulièrement celles qui appartiennent aux genres *Dolichos* et *Lablab*). Le «caupí» est le *faseol* grec, le *faseolus* romain et le *fasulia* arabe. On lui a également donné le nom de «habichuela», vraisemblablement parce que ses gousses sont comme celles des fèves de consommation humaine mais plus fines (le mot mozarabe *favichiela* se rencontre dans des écrits de l'an 1100), et le nom de «judihuela». Cette dernière dénomination, importante car c'est d'elle qu'on a tiré le mot «judía», et non pas le contraire, n'est pas facile à définir étymologiquement. Il semble que «judihuela» se soit formé de *faseol* au travers du mozarabe *faseol* (*'fusiol, 'fusiola* qui se diphtonguent en *'fusihuela*; *'f* indique l'aspiration, encore présente dans les dialectes et langues romanes anciennes), d'où par déformation populaire, et peut-être aussi par attraction, on a pu former «judihuela».

Le transfert du nom aux espèces de *Phaseolus* a été dû à la similitude morphologique, agronomique et culinaire (ainsi que botanique: la délimitation des genres *Vigna* et *Phaseolus* n'a pas été facile, et il se peut qu'elle ne soit pas encore satisfaisante) entre le haricot ancien et le haricot actuel. La confusion commence pratiquement avec la découverte: Colomb a appelé haricot ce qui, de toute évidence, ne pouvait l'être, en raison de sa très grande similitude avec les légumineuses qu'il connaissait sous ce nom en Espagne. Ainsi la superposition entre «caupí» (pois à vache) et «haricot» ne se produit pas seulement sur le plan agronomique, mais aussi sur le plan botanique et conceptuel.

Situation actuelle

Le pois à vache se cultivait encore à Cordoue il y a une vingtaine d'années. Il peut encore survivre dans certains potagers du levant espagnol et dans d'autres de la péninsule, mais on peut considérer qu'il a pratiquement disparu en Espagne. Dans les supermarchés des grandes villes, on ne le voit que depuis quelques années: l'influence des salades américaines arrive même à faire que l'on importe un produit que l'on pourrait parfaitement cultiver dans le pays.

Dans les collectes de légumineuses à grains réalisées dans la péninsule, on n'a recueilli aucun échantillon de pois à vache et, si on l'a fait, il

FIGURE 36

Pois à vache (*Vigna unguiculata*): légume et graines



devrait figurer parmi les haricots actuels, en attendant une révision botanique qui le situe correctement. La cause spécifique de sa marginalisation, mis à part les causes générales citées précédemment, est son remplacement total par le haricot américain. Aussi bien dans le système de culture que dans l'utilisation (gousse verte, grain sec ou vert), les haricots du Nouveau Continent et surtout *P. vulgaris* prirent rapidement l'avantage sur le pois à vache et, vers le 18e siècle, il est possible que les références aux haricots aient désigné uniquement ce dernier.

Perspectives

Le pois à vache est une culture prioritaire pour l'IITA, membre du GCRAI, en raison de son importance dans les tropiques. L'IITA réalise un travail important sur ce sujet, aussi bien dans le domaine agronomique que dans le domaine génétique, et l'avenir du pois à vache est préservé au niveau mondial.

En ce qui concerne l'Espagne, toutefois, la situation ne paraît pas être très prometteuse, à moins que l'on introduise de nouveaux usages culinaires en provenance des pays tropicaux, ce qui ne suffira pas pour réimplanter le pois à vache dans l'agriculture ibérique de façon significative.

HARICOT
(*Phaseolus vulgaris*)

Origine du nom

On donne jusqu'à aujourd'hui divers noms aux espèces de *Phaseolus* qui sont arrivées en Espagne après la découverte, en particulier à *P. vulgaris* qui avec raison est dénommé «judía común» (haricot commun). Le mot «judía» n'apparaît pas avant le 18e siècle (par exemple dans l'édition que fit Suárez en 1733 de l'œuvre de Laguna: dans le texte de Laguna, on ne voit apparaître que le mot «judihuela», si bien que dans les commentaires de Suárez, judía est déjà synonyme de haricot (frisoles, alubias, etc., aussi bien que de judihuelas). Dans certaines régions, on donne aussi au grain sec le nom de «chícharo», terme appliqué à plus d'une légumineuse à grains et dérivé de toute évidence du latin «cicer», qui au sens strict correspond au pois chiche.

Situation actuelle

L'unique espèce importante est, comme on l'a déjà indiqué, le haricot commun. Deux autres, *Phaseolus lunatus* et *P. coccineus*, se cultivent sur de petites superficies pour des buts spécifiques (ingrédients de la paella, par exemple), et la tendance est de les remplacer totalement par la première. De fait, dans les collectes de matériel génétique effectuées ces dernières années, on a vu apparaître très peu d'échantillons de l'une et de l'autre, et toujours avec un doute sur le point de savoir s'il s'agit de populations récentes ou, comme ce serait à souhaiter, anciennes. Toutes sont des espèces de culture estivale en Espagne et ont, par conséquent, besoin d'eau. C'est pourquoi, comme le pois à vache, ce sont des cultures de potager ou des cultures extensives irriguées, sauf dans les terrains humides cultivés en sec de la corniche cantabrique.

Les prix de vente sur le marché du haricot commun, aussi bien en gousse qu'en vert, et la popularité de certains plats (*fabada* avec du chorizo – sorte de cassoulet asturien –, *pochas*, *caparrones*, haricots verts, etc.) suggèrent un avenir prometteur pour cette légumineuse. Si cela est relativement certain pour l'espèce, ce ne l'est pas autant en ce qui concerne les cultivars traditionnels. Il suffit de comparer la situation des années 50 à celle des années 80: la richesse en formes autochtones décrite par Puerta Romero (1961) (qui a étudié en détail pas moins de 300 échantillons d'une collecte d'un millier) ne s'était pas maintenue, et de nombreuses races locales d'excellente qualité étaient en danger de disparition.

Les collections réalisées dans la seconde période mentionnée ont à peine atteint 120 échantillons, bien que les prospections dans le nord de l'Espagne aient été détaillées (Galice, Asturies, Pays Basque, Navarre) et avec de relativement bons résultats: les alubias de Tolosa, les pochas de Rioja et les judías asturiennes de La Granja pouvaient être considérées comme sauvées.

La raison de ce changement a été la culture extensive irriguée de formes modernes de croissance déterminée, par exemple dans le Páramo du León. Jusqu'alors, la culture prédominante était typiquement horticole; il s'agissait de variétés en rames, en petites superficies dispersées, situation dans laquelle les ravageurs et maladies ne sont en général pas des facteurs limitants. En passant à la culture extensive, les uns et les autres ont fait leur apparition, et il a fallu remplacer les races locales par des cultivars importés. Dans le Páramo, par exemple, l'excellente race locale Riñón a été remplacée par Cannellini, de moins grande qualité mais résistant à la fusariose.

Ce qui s'est passé pour les haricots secs a été également observé pour les variétés destinées à être consommées en vert. Les variétés à rames ont été remplacées par des pieds bas, et celles à gousses aplaties et recourbées (les exquises Garrafal), traditionnelles dans la cuisine espagnole, par d'autres de section ronde, et cela indépendamment du type de croissance. Il faut en rechercher la cause de nouveau dans le domaine industriel. La gousse ronde et droite permet la mise en boîte sans perte et, si de plus la touffe présente une croissance déterminée, on peut procéder à la récolte mécaniquement.

La situation a empiré aujourd'hui. L'importation directe à meilleur prix a été totalement négative pour les agriculteurs espagnols, et par conséquent pour la culture. Il faut considérer, en faveur de l'importateur et du commercialisateur, que ceux-ci exigent des quantités homogènes et importantes que l'on ne rencontre pas en Espagne. La fragmentation de l'offre, conséquence de la diversité génétique, dans le haricot et dans toutes les espèces dont on traite ici, joue curieusement un rôle négatif dans leur survivance. Ceux qui défendent une agriculture écologique et une conservation *in situ* devraient en tenir compte.

Perspectives

Comme dans le cas du pois à vache, l'avenir paraît sauvé au niveau de l'espèce. Les pays développés consomment les gousses vertes, même si elles sont insipides, et les présentent généralement comme accompagnement d'un plat principal. De nombreuses institutions publiques et entreprises privées travaillent à leur amélioration génétique, surtout pour obtenir des plantes basses de croissance déterminée et à gousses droites et arrondies. L'IITA les a en charge dans le cadre des pays en développement, quelle que soit leur utilisation.

En Espagne, cependant, la situation est alarmante en ce qui concerne la conservation du matériel autochtone. Si les haricots de La Granja (ingrédient fondamental de la *fabada* asturienne) paraissent hors de danger car ils font l'objet de travaux actifs, et bien que certains semenciers mènent à bien des travaux d'amélioration avec certains haricots de la variété Garrafal (pour la consommation en vert), dans de nombreuses régions comme El Barco de Avila, La Bañeza et même dans les jardins maraîchers de la région de Valence, la perte d'excellentes races locales peut se produire à très court terme. Les Garbanceras, Riojanas, Arrocinas d'El Barco, les Panchinas et Moritas asturiennes, les Riñón de La Bañeza, toutes produites pour le grain, et les Garrafal nombreuses et variées, exemple sans pareil des haricots verts, peuvent très rapidement ne plus être qu'un numéro dans une banque de gènes.

C'est là un cas curieux dans lequel une demande stable et un prix élevé déterminent une érosion génétique forte.

FÈVE
(*Vicia faba*)

Origine du nom

L'origine du nom est ancienne dans le monde latin. Les Romains célébraient les *fabarias*, festival religieux où les fèves jouaient un certain rôle. On n'est pas certain que le nom prestigieux des Fabios soit dérivé de *faba* ou le contraire, mais en tout cas le lien entre l'une des familles romaines les plus nobles et cette espèce est très clair. Ce fut en outre dans le monde romain que l'on sélectionna les fèves de table pour la consommation en vert. Les Romains étendirent la culture, typiquement méditerranéenne, par l'intermédiaire de leurs légions, puisqu'on n'utilisait pas le grain seulement pour la consommation humaine mais aussi pour l'alimentation des chevaux. Les Celtes, à leur tour, l'étendirent dans les régions centrale et atlantique d'Europe, à tel point que dans certains cas elle fut dénommée grain celte.

Situation actuelle

Sur la côte et dans les jardins maraîchers, la situation des fèves (*Vicia faba*) coïncide avec celle des haricots anciens (pois à vache) et des nouveaux haricots (judías, alubias, etc.). Les uns et les autres sont remplacés par les fèves dans les régions un peu plus froides où la pluviométrie est moindre, et surtout où les pluies sont hivernales et non estivales. Les fèves peuvent ne pas avoir besoin d'irrigation au-dessus de 400 mm de précipitations bien que, de toute évidence, la production soit dans une certaine mesure fonction de l'eau qu'elles reçoivent. En ce qui concerne leur place dans la cuisine, les fèves, les haricots et les pois à vache ont fait partie de préparations culinaires qui existent encore dans les plats traditionnels; par exemple, la *fabada* asturienne très populaire se fait avec des «fabes», qui durent être des fèves, dénomination usuelle jusqu'à il y a 100 ou 200 ans, mais qui aujourd'hui désigne certaines variétés de haricots. Avec les fèves commence également le double usage de la légumineuse – aussi bien pour l'alimentation humaine que pour l'alimentation animale –, ce qui est impensable de *Vigna* et *Phaseolus*, et non pas seulement dans l'environnement agricole espagnol. Les fèves ont connu tous types d'usages; elles pourraient, à cet égard, être le modèle des légumineuses à grains. En Espagne, on ne les consomme pas actuellement sous forme de grains entiers et bouillis avec de la viande et de la graisse animale, mais on les préparait encore ainsi dans un passé récent (par exemple dans la *fabada*), comme on le fait avec les pois chiches, les haricots et les lentilles. Dans d'autres pays, où la carence en protéines oblige à consacrer à l'alimentation humaine celles qui existent, on continue de consommer les fèves sous cette forme, comme on a toujours consommé en général les légumineuses à grains. Là où il y a d'autres sources de protéines, l'usage des fèves s'est diversifié. Certaines variétés traditionnelles, parmi lesquelles se détachent par leur qualité celles d'origine ibérique, en particulier les Aguadulce, ont été destinées à la consommation en vert, tantôt en grains, tantôt avec la gousse complète; ce sont des fèves de jardins maraîchers pour la vente directe sur le marché, qui en des temps récents ont été préparées comme conserves. Ces variétés, exemptes de principes amers, sont douces au palais. Celles qui ne présentent pas ces caractères ont continué à être destinées à la consommation animale; parmi elles, on a sélectionné des types appropriés pour les équidés (dénommés par les botanistes Caballares en espagnol, Horse beans en anglais, Equina en latin) et d'autres pour les porcins (fèves dénommées Cochineras, Tick beans ou Minor). La séparation entre les unes et les autres (pour des raisons de commodité dans le travail) a été si grande qu'elle se reflète même dans des catégories distinctes en agronomie et en amélioration végétale. La même chose se passe pour le petit pois.

Au cours de la collecte de matériel génétique réalisée au début des années 80, on a pu réunir plus de 1 000 échantillons de populations locales, avec une forte représentation des types destinés à la consommation humaine, comme on pouvait s'y attendre du fait de la diminution annoncée des types destinés à l'alimentation animale. Parmi les légumineuses à grains aptes à cette alimentation, les fèves figurent parmi celles qui ont le plus souffert de l'arrivée de la machine et des aliments industriels pour le bétail. Les fèves étaient le grain d'alimentation animale fondamental pour les chevaux et les bœufs et de grands concurrents du pois chiche pour l'alimentation des porcins. La crise énergétique de 1973 et la montée du prix de la fève de soja américaine la même année ont suscité un nouvel intérêt pour l'espèce, non seulement en ce qui concerne les possibilités d'alimentation animale mais aussi pour son rôle fixateur de l'azote atmosphérique. L'ICARDA l'a prise à sa charge; la CEE a subventionné des projets dans divers domaines de l'agronomie et de l'alimentation animale, avec recherches et réunions de travail. L'échange d'informations a produit des résultats excellents pour les fèves destinées à l'alimentation animale et satisfaisants pour les fèves horticoles. Ce sont les entreprises privées qui se sont surtout chargées de ces dernières. Il convient d'indiquer qu'il y a eu un transfert intéressant des variétés horticoles aux variétés de culture extensive, étant donné l'importance que les fèves ont dans l'alimentation humaine dans toute l'Afrique du Nord et dans d'autres pays comme le Soudan et l'Ethiopie.

Il existe aujourd'hui de nombreuses variétés horticoles et d'alimentation animale. Les premières ont été sélectionnées à partir de races locales, dont on peut citer la Windsor anglaise, la Policoro italienne et, parmi les espagnoles, Muchamiel, Ramillete et, surtout Aguadulce, qui a envahi tous les pays cultivateurs (France, Royaume-Uni et Italie), où on la connaît sous ce nom, sous le nom de Séville ou d'autres. L'invasion concerne la culture directe aussi bien que les entreprises d'amélioration et elle est due à l'extraordinaire qualité et à la forte production de ces variétés. Il faut signaler un défaut général de l'espèce, qui est de ne pas posséder de types commerciaux de croissance déterminée hautement productifs. Bien que l'on dispose des mutants adéquats et que l'on songe à les introduire dans les meilleurs cultivars, la récolte mécanique à haut rendement (qui se pratique avec les petits pois et les haricots verts) n'est pas encore faisable.

En ce qui concerne les fèves destinées à l'alimentation animale, les nombreux essais menés à bien par la CEE et l'ICARDA ont permis d'obtenir de nombreuses variétés à haut rendement, compétitives par rapport aux autres grains, y compris les céréales. La technique de culture des fèves, très primitive jusqu'à il y a 20 ans, est maintenant propre à une culture moderne. Même pour les ennemis traditionnels (l'orobanche [*Orobanche crenata*], dans les pays méditerranéens et la geña [*Botrytis fabae*], dans les régions de climat humide d'Europe), on a identifié des gènes de résistance efficace.

Perspectives

On continue à enregistrer une diminution de la superficie semée en fèves pour l'alimentation animale dans les pays européens et en particulier en Espagne. Les causes sont multiples: abandon de terres de culture traditionnelle; absence de demande de la part des fabricants d'aliments composés pour animaux; plus grande rentabilité d'autres cultures, en particulier de celles subventionnées par la CEE, etc.

La situation est singulière, puisqu'il existe un matériel végétal obtenu aussi bien par des institutions publiques que par des entités privées et des connaissances techniques suffisantes pour réussir une culture rentable. D'un côté, il manque un service adéquat d'information de l'agriculteur;

de l'autre, il n'existe pas d'offre homogène et suffisante pour l'industriel. Ce dernier obtient plus facilement d'autres matières premières et en plus grandes quantités. Avec un traitement légèrement meilleur de la part des autorités communautaires, ou si l'on parvenait à une légère augmentation effective du rendement pour l'agriculteur et à une organisation plus efficiente de l'offre, le problème pourrait être résolu. Sinon, l'attrait que représente encore pour l'agriculteur la culture des fèves – surtout en cas de crise d'autres cultures – peut finir par disparaître.

Le commerce des fèves maraîchères enregistre une légère croissance du marché et de l'intérêt que manifestent pour elles les entreprises commerciales qui, dans certains pays (Royaume-Uni par exemple), ont incorporé des gènes d'importance agronomique (croissance déterminée, absence de tanins, résistance). Ces facteurs peuvent les transformer en une culture maraîchère industrielle en peu de temps. La qualité de certains produits industrialisés et la bonne acceptation par le consommateur permettent de supposer que les fèves maraîchères ont encore de vastes perspectives. Le rôle qu'ont joué dans ce processus les Aguadulce ne devrait pas empêcher que l'on introduise dans le travail de l'améliorateur, de l'industriel et du commerçant d'autres races locales, surtout la Ramillete et la Muchamiel.

POIS CHICHE
(*Cicer arietinum*)

Origine du nom

Du latin *cicer* proviennent les mots cicero, pois chiche, chick pea et en espagnol «chícharo», qui paraît avoir été un nom assez commun pour certains grains secs de légumineuses, y compris certains *Lathyrus*. Le mot espagnol «garbanzo» paraît être par conséquent un nom autochtone préromain, puisqu'il ne se rapporte ni au grec ni à l'arabe. L'ancienneté de cette culture en Espagne paraît évidente.

Situation actuelle

Dans les climats trop secs pour les fèves, ces dernières sont remplacées par les pois chiches, qui présentent en outre l'avantage d'avoir un cycle court (de mars à juin: le semis automnal est d'introduction récente).

Comme dans le cas des fèves, les pois chiches ont été utilisés pour l'alimentation humaine et pour celle du bétail, bovins et porcins surtout. Les études modernes ont mis en lumière la grande valeur biologique du pois chiche dans l'alimentation animale, équivalente sans aucun traitement industriel par exemple aux galettes de soja convenablement traitées. D'autre part, comme dans le cas des fèves, le double usage dans l'alimentation a suscité une séparation variétale nette, particulièrement dans la Méditerranée occidentale: grains de couleur blanche ou crème, très grands et rugueux pour l'alimentation humaine; grains de diverses couleurs, formes, tailles (mais jamais très grands) et divers aspects pour l'alimentation animale. La différence modifie le temps de cuisson et l'appétibilité, les premiers étant de cuisson facile et de texture et de saveur douces, à la différence des seconds. C'est une conséquence de l'usage culinaire: dans les pays de l'ouest du bassin méditerranéen, le pois chiche continue à être consommé bouilli et entier; les plats représentatifs pourraient être le *cocido* espagnol où on ajoute au grain bouilli de la viande, de la graisse animale et des légumes divers, comme c'est le cas pour d'autres légumineuses; et le couscous nord-africain, qui l'ajoute à une semoule de blé dur, ainsi qu'à de la viande et des légumes. Dans d'autres régions, on le convertit d'abord en farine, soit pour obtenir une crème avec de l'huile et certains condiments (Méditerranée orientale), soit pour le mélanger à d'autres farines et faire divers types de pains (sous-continent indien).

Il existe d'excellentes variétés pour tous ces usages. En Espagne, la qualité des «blancs laiteux» andalous et des «pedrosillano» léonais (les uns et les autres races locales et non cultivars) leur a permis de s'étendre à d'autres régions pour la culture et l'utilisation par les sélectionneurs. Pour leur part, les techniques agronomiques ont évolué jusqu'au niveau exigible d'une agriculture moderne, et on est même parvenu à une authentique révolution dans cette culture en obtenant des variétés qui conviennent pour le semis automnal, présentent une résistance à *Ascochyta* et au froid, et qui en profitant mieux des pluies hivernales doublent et parfois quadruplent la production. Le pois chiche d'hiver a été obtenu par l'ICARDA, et la nouvelle technologie s'est rapidement étendue à tous les pays producteurs. Ses avantages sont grands, mais les agriculteurs et techniciens mal informés réalisent souvent des semis automnaux avec les variétés locales qui, n'étant pas préparées génétiquement pour cela, peuvent finir par disparaître du fait des basses températures et des attaques d'*Ascochyta* sp.

Perspectives d'amélioration

Compte tenu du prix élevé que l'agriculteur perçoit pour un pois chiche de qualité, il est difficile d'expliquer la réduction de superficie que l'on enregistre aussi en ce qui concerne cette culture. On constate de plus des défauts notables au niveau de la commercialisation; les industriels se lamentent de l'absence d'une offre homogène et suffisante, ce qui les oblige à recourir à des importations du Mexique, des Etats-Unis (Californie) et du Chili. Les importations mexicaines ont commencé il n'y a pas moins de 20 ans pour des raisons politiques relatives aux échanges commerciaux. Les pois chiches importés étant d'évidente ascendance espagnole, similaires au «blanc laiteux», l'introduction sur le marché a été facile. Les quantités importées ont depuis longtemps dépassé celles produites dans le pays, ce qui est surprenant à un moment où l'on recherche de nouvelles cultures rentables.

Il y a une quarantaine d'années, Puerta Romero a recueilli dans toute l'Espagne quelque 600 échantillons. Il y a 10 ans, il en a de nouveau recueilli un nombre analogue, mais la richesse génétique avait subi une perte considérable: presque tous étaient des pois chiches de consommation humaine, alors que dans la première collecte, il y avait de magnifiques exemplaires de pois chiches pour l'alimentation animale, qui ont été perdus – comme l'ont démontré tant d'autres collections réalisées par Puerta Romero –, du fait de la négligence et de l'ignorance des organismes de recherche agricole. Actuellement, les plans d'amélioration relatifs au pois chiche dans la cuisine et dans l'industrie de l'alimentation animale ou de l'alimentation en général, ainsi que l'intervention des institutions publiques et privées, permettent de penser que les grandes races locales seront sauvées et que, moyennant un bon service de vulgarisation et une commercialisation adéquate, la culture sera être protégée des risques ultérieurs. Pour les pays en développement, l'ICARDA et l'ICRISAT ont réussi à impulser la culture au niveau mondial, à l'aide de nouvelles variétés et de nouvelles techniques agronomiques.

LENTILLE
(*Lens culinaris*)

Origine du nom

La dérivation du latin *lens* est commune dans les langues européennes.

Situation actuelle

Il n'y a pas de légumineuse plus résistante que la lentille en dessous de 350 mm de précipitations et dans les climats les plus froids; la lentille remplace toutes les autres dans ces conditions. Elle

accompagne l'orge, qu'elle abandonne en dessous de 250 mm, quand on ne peut déjà plus parler d'agriculture proprement dite. Comme le pois chiche, elle ne possède pratiquement aucun facteur antinutritif, à l'exception de principes de flatulence facilement tolérables, surtout dans les conditions extrêmes dans lesquelles elle constitue habituellement l'aliment essentiel.

Sa grande résistance à des conditions rigoureuses et sa valeur comme aliment expliquent que le grain de la lentille ne s'utilise pas dans l'alimentation animale. Pour ce dernier usage, on recourt à d'autres légumineuses à grains aussi durs, mais de moindre valeur pour l'homme en raison de leurs principes antinutritifs; il faut entre autres citer la lentille d'Auvergne (*Vicia monanthos*), l'ers (*V. ervilia*), la gesse commune et la gesse chiche (*Lathyrus sativus* et *L. cicera*) et peut-être quelques autres aussi anciennes que l'agriculture elle-même et dans un état permanent de semi-domestication (voir chapitre précédent).

Ce n'est pas aujourd'hui un aliment essentiel en Espagne, mais ce l'est dans d'autres parties du monde (l'ICARDA se charge aussi de la lentille à ce niveau). En Espagne, elle se consomme de la manière classique pour les légumineuses à grains: bouillie, en mélange avec de la viande et des compléments variés. Elle reste un plat apprécié, surtout lorsque la lentille est de qualité, par exemple les variétés Verdinas.

La lentille était jusqu'à il y a 10 ans une culture en ascension, l'unique légumineuse à grains dont c'était le cas dans le pays. Cela s'expliquait par une bonne qualité et une bonne acceptation par les consommateurs. Les techniques agronomiques s'étaient améliorées mais non les variétés, dont on connaissait uniquement les races locales. On est arrivé à recueillir environ 250 échantillons, surtout dans le nord-ouest du plateau castillan, approximativement les mêmes et, pour une fois, avec la même variation que celles représentées dans les collections de Puerta Romero des années 50. Mais les difficultés de commercialisation ont fait que, ces dernières années, la superficie cultivée est aussi en régression; ce sont des importations de Turquie, du Chili et récemment aussi des Etats-Unis qui ont suscité cette transformation. Dans ce cas, cela a été exclusivement un problème de prix; il est regrettable que, pour imposer un produit importé, on annonce par exemple que les lentilles turques contiennent plus de protéines et sont de meilleure qualité pour la cuisson que les lentilles espagnoles. Dans le cas des lentilles nord-américaines, c'est l'excellente organisation des producteurs du nord-ouest des Etats-Unis qui a ouvert la voie; les agriculteurs espagnols n'ont pas su réagir aux campagnes d'offre du produit importé.

Perspectives d'amélioration

A la différence de ce qui s'est passé pour les espèces proches, le travail d'amélioration génétique de la lentille espagnole a été très faible et a manqué d'appui institutionnel. Il serait fondamental de le poursuivre afin d'obtenir des cultivars plus productifs, surtout à partir de la race locale Verdina. Cela éviterait l'importation de cultivars étrangers, acceptés en raison de l'absence de matériel espagnol, puisque malgré tout la culture reste rentable. Sinon, le matériel autochtone diminuera irrémédiablement.

Les améliorations des techniques agraires sont elles-mêmes dues à une initiative privée, qui a réussi à résoudre jusqu'au problème de la mécanisation. En Espagne, la culture ne souffre pas des ravageurs (le charançon ne s'attaque qu'aux cultures mal soignées) ou des maladies (mis à part de légers dégâts causés par la fusariose). Dans d'autres régions, cependant, on n'a pas réussi à rencontrer de résistance contre l'orobanche (*Orobanche crenata*).

En réalité, les agriculteurs se préoccupent uniquement des prix, des importations et de la commercialisation.

PETIT POIS (*Pisum sativum*)

Origine du nom

Comme pour le pois chiche, l'espagnol emploie pour cette espèce un mot totalement original: guisante. Le latin *pisum* a donné naissance aux noms employés dans la majeure partie des autres langues européennes.

Situation actuelle

Les petits pois présentent une extension culturale plus grande que celle de n'importe quelle autre légumineuse à grains. Ils s'adaptent aussi bien aux jardins maraîchers qu'aux zones froides semi-arides. Il ne manque pas grand-chose pour qu'ils arrivent aux limites des zones arides et subtropicales où se cultivent respectivement les lentilles et les pois à vache. Comme c'est une légumineuse typique du complexe agricole du Proche-Orient, le petit pois a été pendant des siècles sélectionné intensivement dans toute l'Europe comme grain (et gousse) vert de table, de manière analogue aux fèves, subsistant dans des régions où les conditions d'environnement sont difficiles du fait qu'il est plus rustique que les fèves. A la différence de celles-ci, cependant, à l'époque de la nouvelle agriculture suscitée par la révolution industrielle (18e siècle), les petits pois de table (c'est-à-dire à consommer en vert) étaient déjà fortement implantés dans les pays précocément industrialisés. A la différence des fèves, on connaissait depuis au moins le 16e siècle des formes à croissance déterminée, ce qui a permis la récolte mécanique chaque fois que c'était possible et facilité sa conversion en culture horticole extensive. Le processus suivi pour le petit pois a été, dans ce sens, analogue à celui du haricot vert.

En ce qui concerne le pois à écosser pour la consommation en sec, qui commence maintenant à être dénommé protéagineux (et nommé à tort «fourrager», au lieu de «pour l'alimentation animale» ou simplement «en grains»), de la même façon que les fèves, il n'est déjà plus utilisé pour l'alimentation humaine en Europe, bien qu'il y ait eu des régions où il y a encore peu de temps on le consommait de la manière traditionnelle. Il se consomme ainsi encore dans certaines zones méditerranéennes, bien qu'il n'ait jamais été à cet égard aussi populaire que les lentilles, les pois chiches, les fèves et les haricots.

Cette espèce est destinée à un double usage (alimentation humaine et animale) avec la spécialisation variétale qui en découle. Les petits pois horticoles en rames et à croissance déterminée sont très demandés. En Espagne, il ne reste presque pas de races locales, à l'exception de divers Tirabeques (souvent d'origine inconnue plus qu'autochtone, du fait de la date lointaine de l'importation). A la place, il y a des cultivars plus ou moins sélectionnés et majoritairement d'origine européenne ou américaine. De nombreuses sociétés privées et institutions publiques se chargent dans tout le monde développé de leur amélioration, surtout pour les types nains permettant la récolte mécanique. L'industrie les a incorporés dès le début de la mécanisation agricole et de l'essor de l'industrie de la conserve. Ils partagent cette situation avantageuse avec les haricots destinés au même usage.

Le pois à écosser d'alimentation animale a une histoire très différente. N'ayant pas eu la popularité des autres légumineuses, ni pour la consommation humaine, ni pour la consommation animale, il a souffert de la concurrence de toutes, puisqu'il n'occupe pas de niche écologique concrète qui lui permette d'être le seul possible ni le plus adéquat. Ses populations ont été abandonnées par les sélectionneurs et les agronomes après qu'ils en eurent extrait le meilleur de leur contenu génétique pour leurs jardins maraîchers. Rustiques comme culture, ils ont résisté dans les plus mauvaises terres, mais celles-ci étant abandonnées, ils ont péri avec elles. Il ne faut pas s'étonner

que, dans la collecte de légumineuses à grains qui a été effectuée au début des années 80, on ne soit pas arrivé à une centaine d'échantillons de pois d'alimentation animale. On ne connaît aucune race locale prédominante, et la pauvreté génétique en ce qui concerne ce type de pois est grande en Espagne.

Perspectives d'amélioration

Il conviendrait de planter le pois à écosser dans des terres où l'on a besoin d'une plante pour l'alimentation animale et où ni les fèves ni les pois chiches d'hiver ne peuvent vivre du fait de la rudesse du climat, ainsi que dans celles où l'on veut semer une culture de semis automnal: le plateau castillan serait la région la plus indiquée pour cette culture. C'est là qu'on a obtenu les deux premiers cultivars espagnols, qui entrent ainsi en concurrence avec les quelques cultivars étrangers qui ont été introduits. La richesse génétique de l'espèce doit permettre une amélioration rapide, puisqu'il n'y a pas de grands ennemis à combattre (mis à part les dégâts causés par *Pseudomonas*).

Une fois obtenus les cultivars adéquats, il faudra rechercher une offre rationnelle pour l'industrie de l'alimentation animale: le pois destiné au bétail est d'excellente qualité. De fait, après la crise de 1973, la CEE a considéré le pois, en même temps que les fèves et les lupins, comme protéagineux prioritaires.

Conclusion

On peut tirer trois conclusions de l'expérience qu'offrent les légumineuses à grains pour la consommation humaine: *i)* l'érosion génétique a été et reste énorme, et s'est produite en relativement peu d'années; *ii)* cette érosion a été la conséquence de la séparation du monde en deux parties: une partie développée et une partie en développement; *iii)* le monde développé a admis, conservé, multiplié et amélioré les espèces qui se prêtaient à une agriculture à haute technicité. L'abandon par les scientifiques et les techniciens des autres espèces a provoqué leur perte pour la consommation. L'abandon définitif a néanmoins été dû à une mauvaise politique agricole et surtout à une commercialisation déficiente.

Bibliographie

Bond, D.A., Scarascia-Mugnozza, G.T. & Poulsen, M.H., éds. 1979. *Some current research on* Vicia faba *in Western Europe*. Luxembourg, CCE.

CIAT. 1985. *Potential for field beans* (Phaseolus vulgaris L.) *in West Asia and North Africa*. Cali, Colombie.

Cubero, J.I. & Moreno, M.T., éds. 1983. *Las leguminosas de grano*. Madrid, Mundi Prensa.

Cubero, J.I. & Saxena, M.C., éds. 1991. *Present status and future prospects of faba bean production and improvement in the Mediterranean countries*. Saragosse, Espagne, CIHEAM/IAMZ.

Hawtin, G. & Webb, C., éds. 1982. *Faba bean improvement*. La Haye, Pays-Bas, Martinus Nijhoff.

Hebblethwaite, P.D., éd. 1982. *The faba bean*. Londres, Butterworths.

Hebblethwaite, P.D., éd. 1985. *The pea*. Londres, Butterworths.

ICRISAT. 1990. Chickpea in the nineties. *Proc. Second Int. Workshop on Chickpea Improvement*. Patancheru, Inde.

Jambunathan, R. & Rajan, V., éds. 1989. *Consultant's meeting on uses of grain legumes*. Patancheru, Inde.

Mateo Box, J.M. 1961. *Las leguminosas de grano*. Barcelone, Espagne, Salvat.

Osman, A.E., Ibrahim, M.H. & Jones, M.A. 1990. *The role of legumes in the farming systems of the Mediterranean areas*. Dordrecht, Pays-Bas, Kluwer Academic.

Puerta Romero, J. 1961. *Variedades de judía*

cultivadas en España. Madrid, INIA.

Roberts, E. & Summerfield, R.J., éds. 1986. *Grain legume crops*. Londres, Granada Technical Books.

Saxena, M.C. & Singh, K.B., éds. 1987. *Chickpea*. Londres, CAB International.

Saxena, M.C., Cubero, J.I. & Wery, J., éds. 1990. Present status and future prospects of chickpea crop production and improvement in the Mediterranean countries. *Options méditerranéennes. Série A: Séminaires méditerranéens*, n° 9. Saragosse, Espagne, CIHEAM/ECC/ICARDA.

Summerfield, R.J., éd. 1986. *World crops: cool season food legumes*. Dordrecht, Pays-Bas, Kluwer Academic.

Summerfield, R.J. & Bunting, A.H., éds. 1980. *Advances in legume science*. Kew, Royaume-Uni, Royal Botanical Gardens.

Thompson, R., éd. 1981. Vicia faba *L.: Physiology and breeding factorial analysis of yield components*. La Haye, Pays-Bas, Martinus Nijhoff.

Webb, C. & Hawtin, G., éds. 1981. *Lentils*. Londres, CAB International.

Cultures horticoles marginalisées

Dans le chapitre relatif aux processus et aux causes de marginalisation des cultures ibériques, on peut citer plus de 20 cultures horticoles qui pourraient être classées dans cette catégorie, mais les auteurs n'en ont retenu que huit pour les traiter en détail. La sélection s'est faite en recherchant de façon plus stricte le caractère marginalisé et en choisissant parmi différents groupes taxonomiques qui permettent de donner un aperçu détaillé du problème.

Les espèces retenues sont la roquette (*Eruca sativa*), le cresson alénois (*Lepidium sativum*), le pourpier (*Portulaca oleracea*), la bourrache (*Borrago officinalis*), le maceron (*Smyrnium olusatrum*), la scorsonère (*Scorzonera hispanica*), le scolymus (*Scolymus maculatus*) et le salsifis d'Espagne (*Scolymus hispanicus*).

ROQUETTE
(*Eruca sativa*)

Nom botanique: *Eruca sativa* Miller
Famille: brasicacées = crucifères
Noms communs. *Français:* roquette; *espagnol:* oruga, oruga común, eruca, roqueta común; *catalan:* ruqueta; *basque:* bekarki; *portugais:* eruca, rúcula, fedorenta, pinchão (Brésil); *anglais:* rocket, salad rocket, garden rocket

Les auteurs de ce chapitre sont F. Nuez (Departamento de Biotecnología, ETSIA, Valence, Espagne) et J.E. Hernández Bermejo (Jardin botanique de Courdoue, Espagne).

Les auteurs remercient S. Zaragoza, V. Castell et P. Cornejo pour leur collaboration bibliographique.

Origine du nom

L'origine sémantique du nom de cette plante remonte aux cultures les plus anciennes du Proche-Orient. Du perse *girgir* et de l'acadien *gingiru* vient le *gargira* araméen, hébreu et syriaque, d'où à leur tour découlent l'arabe *yiryir* et le latin *eruca*, qui ont donné, au travers de l'espagnol vulgaire, les mots modernes «roquette» et en espagnol «oruga».

Propriétés et utilisations

La roquette est considérée comme excellente pour l'estomac, comme stimulant et comme aphrodisiaque; elle est également employée comme diurétique et anti-scorbutique. Les feuilles ont une saveur amère qui s'adoucit losqu'on les fait bouillir ou frire. Les graines sont piquantes, mais un peu moins que celles de la moutarde. La roquette contient des glucosides comme le sulfocyanate d'allyle, des sels minéraux et de la vitamine C. L'huile de la graine contient de l'acide érucique.

Cette plante a toujours été considérée comme un puissant aphrodisiaque. Dans l'Antiquité classique, elle était consacrée à Priape et plantée au pied des statues de ce dieu consacré au potentiel procréateur des mâles. Dioscoride précise que, mangée crue, elle stimule l'appétit sexuel et que les graines ont les mêmes vertus. Columela fait également référence à son effet stimulant mais connaît très bien sa technique de culture: «La roquette ainsi que le basilic restent en place là où ils ont été semés et n'exigent pas d'autres soins que le fumage et le désherbage. De plus, on peut les semer non seulement en automne mais aussi au printemps». Les Hispano-Romains compa-

raient précisément le pouvoir aphrodisiaque de la roquette au pouvoir anaphrodisiaque de la laitue. Dans la culture hispano-wisigothe, Isidoro de Sevilla entretient l'usage et la connaissance des vertus de cette plante: «La roquette possède des propriétés d'embrasement et, consommée fréquemment aux repas, elle enflamme le désir sexuel. Il existe deux espèces, dont l'une est d'usage habituel et l'autre, sauvage, a une saveur plus amère. Les deux stimulent l'appétit sexuel.»

Indépendamment de ces effets, la roquette a été essentiellement consommée sous forme de légume (feuilles) et d'épice (feuilles et graines). Elle constitue ainsi un ingrédient pour la confection de la *misticanza*, spécialité que l'on consomme à Rome depuis l'époque de sa fondation. Les agronomes hispano-arabes parlent également de cette culture, notamment Ibn Hayyay (11ᵉ siècle), Ibn Wafid (11-12ᵉ siècles) et par la suite Ibn al-Awwam (12ᵉ siècle). Ce dernier commente l'utilisation de la plante comme aromatisant pour les moûts et les confitures, la graine étant moulue et répandue à la surface des pots où on les conserve. On mentionne également l'emploi des fleurs de façon semblable. Au 16ᵉ siècle, le *Tratado de agricultura* de Alonso de Herrera ne fait aucune mention de la roquette.

On s'en sert pour préparer des sauces où l'on mélange les feuilles avec du sucre ou du miel, du vinaigre et du pain grillé (sauce à la roquette). En Italie, on la consomme bouillie avec des spaghettis, assaisonnée ensuite avec de l'ail et de l'huile. En Espagne, une tradition de La Roda et de Montealegre del Castillo (Albacete) consiste à préparer les gazpachos de la Manche, plat ancestral où interviennent la viande de perdrix et de lièvre et la galette de pain azyme (gazpacho) avec de la roquette légèrement revenue. Certains auteurs rapportent cette tradition à des cultes primitifs de la fertilité.

La roquette reste aujourd'hui très appréciée dans différents pays méditerranéens dont l'Italie, la Grèce et la Turquie, où elle est consommée principalement en salade et en garniture des viandes. Elle se mélange très bien avec la laitue, la chicorée, la valériane et la tomate. Une autre recette connue est la salade de pommes de terre et de roquette. En Inde, on la cultive pour obtenir, à partir des graines, une huile semi-siccative. Actuellement, la majeure partie de la culture de roquette est destinée à cet usage et on la considère surtout comme un oléagineux potentiel.

La marginalisation de cette plante comme légume en Espagne a peut-être été liée à la condamnation de ses propriétés aphrodisiaques.

Description botanique

Eruca sativa est une plante herbacée annuelle d'une hauteur allant jusqu'à 80 cm. Les feuilles basales sont en rosette, lyrées-pennatifides (celles qui sont consommées en salade), et les feuilles caulinaires sont lobulées ou dentelées. Les fleurs ont des pétales blancs ou légèrement jaunes. Les siliques peuvent atteindre 40 mm; elles sont érigées, prenant sur la tige, avec une partie valvaire subcylindrique et une face ensiforme, aussi longue que les valves. Les graines, de 1,5 à 2,5 mm, sont brunes.

La plante fleurit de février à juin sous sa forme sauvage et jusqu'en plein été sous sa forme cultivée. Elle est allogame, avec un système complexe d'auto-incompatibilité, principalement gamétophytique mais avec quelques allèles agissant sporophytiquement. On a démontré l'existence d'androstérilité génique. $2n = 2x = 22$.

Ecologie et phytogéographie

E. sativa pousse spontanément dans des lieux modifiés par l'homme: jardins abandonnés, bordures de chemin, décharges, décombres. Elle préfère les climats chauds et secs.

L'espèce est distribuée tout autour de la Méditerranée, s'étendant jusqu'à l'Europe centrale au nord, et à l'Afghanistan et au nord de l'Inde à

FIGURE 37

Plantes horticoles: A. roquette (*Eruca sativa*), détail du fruit en silique; B. cresson alénois (*Lepidium sativum*), détail du fruit en silique; C. pourpier (*Portulaca oleracea*)



l'est. Elle est devenue sauvage en Amérique du Nord, en Afrique australe et en Australie. Vavilov la décrit en Asie centrale, au Proche-Orient et autour de la Méditerranée, et considère cette dernière région comme le principal centre d'origine de la plante.

La culture s'effectue principalement en Inde; elle est plus rare en Turquie et en Grèce. On la cultive également en Italie. Dans d'autres pays comme l'Espagne, la France et la Grande-Bretagne, la culture est rare.

Diversité génétique

Les principales collections de matériel génétique de *E. sativa* se trouvent à l'Instituto de Germoplasma de Bari (Italie), au NBPGR de New-Delhi (Inde), à l'Haryana Agricultural University (Inde) et au VIR de Saint-Pétersbourg.

Il existe aussi des collections moins importantes à Kaboul (Afghanistan), Saskatoon (Canada), Gaersleben et Brunswick (Allemagne), Tapioszele (Hongrie), Islamabad (Pakistan), Blonie (Pologne) et Alnarp (Suède). Une petite collection d'espèces d'*Eruca*, y compris *E. sativa*, se trouve à l'Université polytechnique de Madrid. Il existe aussi du matériel génétique de populations sauvages du genre au Jardin botanique de Cordoue.

Les expéditions de collecte se poursuivent aujourd'hui. En 1985, on a recueilli 25 échantillons de plasma germinatif indigène de *E. sativa* dans le nord-est du Soudan.

Une analyse employant le D^2 statistique de Mahalanobis sur 99 lignées de roquette n'a pas trouvé de corrélation entre la diversité génétique pour 12 caractères associés à la production et l'origine géographique.

Il existe une grande diversité en ce qui concerne les caractères de la silique et sa stabilité et une forte interaction avec les conditions de culture. Il existe de même une forte diversité génétique pour la production de graines par plante et les caractères qui s'y rapportent.

Un groupe important de travaux tente d'utiliser *E. sativa* comme ressource génétique pour améliorer d'autres crucifères. On a ainsi obtenu des hybrides intergénériques avec *Raphanus sativus*, *Brassica campestris* et *B. oleracea*. On a obtenu des hybrides somatiques par fusion de protoplastes avec *B. napus* et *B. juncea*.

On connaît des lignées de roquette (T27) résistant au puceron de la moutarde, tolérantes à diverses conditions de stress et à *Fusarium oxysporum*, et qui peuvent être source de gènes transférables à des espèces de *Brassica*.

Pratiques culturales

La roquette est une plante très rustique qui exige peu de soins. On effectue généralement un semis direct à la fin de l'hiver ou au début du printemps dans des sillons peu profonds. Pour favoriser la levée, il faut recouvrir les graines d'une terre légère et tamisée. La plante est peu exigeante en arrosages et amendement. On la sarcle généralement à la main.

La récolte des feuilles jeunes se fait au printemps.

Perspectives d'amélioration

L'utilisation de cette plante comme légume, salade ou épice a été marginalisée, peut-être pour des motifs moraux ou religieux, et sa remise en usage est limitée par la tradition gastronomique locale, qui ne sait pas toujours apprécier sa saveur amère caractéristique, due à des glucosinolates et à une forte teneur en sels minéraux. Le développement de cultivars à faible teneur en sulfocyanate d'allyle ne paraît pas un objectif d'amélioration, puisque la plante deviendrait inoffensive, mais elle perdrait sa particularité. De fait, on a constaté une grande diversité aussi bien pour la teneur en acide érucique que pour celle en glucosinolates dans 128 échantillons provenant du Pakistan. La roquette a déjà une faible teneur en ces principes, et les paysans distinguent clairement cette espèce

d'autres crucifères plus amères. L'augmentation de son utilisation ne peut se produire qu'avec la promotion des plats traditionnels dans laquelle elle intervient.

L'emploi de techniques agronomiques comme l'amendement azoté et l'ombrage permettrait d'obtenir des rosettes plus tendres et juteuses, de saveur et d'appétibilité plus douce.

Le travail d'amélioration génétique pour son utilisation comme légume est très limité si l'on excepte le développement de la culture *in vitro* qui a permis de régénérer des plantes diploïdes normales à partir de protoplastes isolés de mésophylles de feuilles.

CRESSON ALÉNOIS (*Lepidium sativum*)

Nom botanique: *Lepidium sativum* L.
Famille: brasicacées = crucifères
Noms communs. *Français:* cresson alénois; *espagnol:* mastuerzo, mastuerzo hortense, lepidio, berro de jardín (Espagne), berro de tierra, berro hortense (Argentine), escobilla (Costa Rica); *catalan:* morritort, morrisà; *portugais* et *galicien:* masturco, mastruco, agrião-mouro, herba do esforzo; *portugais:* mastruco do Sul, agrião (Brésil); *basque:* buminka, beatzecrexu; *anglais:* cress, common cress, garden cress, land cress, pepper cress

Origine du nom

La culture de cette espèce est originaire du sud-ouest de l'Asie (peut-être de la Perse) et s'est étendue il y a déjà de nombreux siècles vers l'ouest de l'Europe; elle est très ancienne, comme l'indique l'étude philologique de sa dénomination dans différentes langues indo-européennes. Parmi elles, en perse *turehtezuk*, en grec *kardamon*, en latin *nasturtium* et en arabe *tuffa'* et *hurf*. Dans quelques-unes, il s'établit une certaine confusion avec le cresson proprement dit. Il semble que la signification du mot *nasturtium* (*nasum torquere*, parce que son odeur fait «tordre le nez») a dû s'appliquer initialement au cresson alénois comme l'expliquent aussi bien Pline qu'Isidoro de Sevilla. La confusion subsiste avec les termes employés par les Hispano-Arabes. Le terme *hurf* s'applique indistinctement au cresson et au cresson alénois (diverses espèces appartenant certainement à au moins trois genres distincts: *Nasturtium*, *Lepidium* et *Cardaria*). Ainsi, les agronomes andalous médiévaux arrivent à différencier plusieurs *hurf*, comme *hurf abyad*, *hurf babili*, *hurf madani*.

Propriétés, utilisations et culture

Xénophon (400 av. J.-C.) signale que les Perses consommaient cette plante même avant de connaître le pain. Elle était connue aussi des Egyptiens et très appréciée des Grecs et des Romains, grands amateurs de banquets riches en épices et en salades piquantes. Columela (1er siècle) fait référence directement à la culture du cresson alénois. Dans *Los doce libros de Agricultura*, il écrit: «Immédiatement après les calendes de janvier, on met en place le cresson alénois [...] et on le transplante avant les calendes de mars; on peut alors le cueillir comme la ciboulette, mais moins souvent. [...] Il ne faudra pas le couper après les calendes de novembre car il meurt de froid, mais il pourra résister deux ans si on le sarcle et si on le fume convenablement [...] il existe même de nombreux endroits où il vit jusqu'à 10 ans.» (Livre XI). Ces dernières affirmations paraissent indiquer qu'il parle aussi de l'espèce pérenne *L. latifolium*, puisque *L. sativum* est annuelle.

Presque tous les agronomes andalous du Moyen-Age (Ibn Hayyay, Ibn Wafid, Ibn al-Baytar, Ibn Luyun, Ibn al-Awwam) et de nombreux médecins comme Maimonide parlent du cresson alénois. Ibn al-Awwam recueille en outre des références d'Abu Al-Jair, Abu Abdalah et de l'agri-

culture nabatéenne, et affirme entre autres commentaires: «Le cresson alénois se sème entre février et avril (en janvier à Séville). Il a de petites graines qui se mêlent à la terre pour le semis afin d'éviter que le vent les emporte. [...] Il se récolte en mai. Il se cultive entre des billons, associé à la culture du lin».

Parmi les auteurs des cultures anciennes orientales et méditerranéennes, beaucoup ont mis en lumière les propriétés médicinales du cresson alénois, en particulier antiscorbutiques, dépuratives et stimulantes. Columela met en évidence ses vertus vermifuges. Ibn al-Awwam fait référence à certaines propriétés apparemment antihistaminiques, puisqu'on l'utilisait contre les piqûres d'insectes et aussi pour éloigner ceux-ci, en l'employant comme fumigation. Peut-être est-ce Ibn al-Baytar, botaniste andalou (13ᵉ siècle) qui recueille le plus d'informations en ce qui concerne ses propriétés, rapportant les opinions d'autres auteurs, comme celle d'El Farcy qui dit qu'il favorise le coït et stimule l'appétit, d'Ibn Massa, selon lequel il dissipe les coliques et élimine le ver solitaire et autres parasites intestinaux, ou d'Ibn Massouih qui signale qu'il élimine les humeurs visqueuses. Ibn al-Baytar dit en outre qu'il s'administre contre la lèpre, qu'il est utile pour le «refroidissement» rénal et qu'en se lavant les cheveux avec de l'eau de cresson alénois, cela les «purifie» et en retarde la chute.

En Iran et au Maroc, on utilise les graines comme aphrodisiaque; dans l'Abyssinie antique, on en tirait une huile comestible. En Erythrée, on l'utilisait comme plante tinctoriale. Un arabisant a attribué la réputation du cresson alénois parmi les musulmans au fait qu'il avait été directement recommandé par le Prophète.

Son utilisation principale a toujours été celle d'une plante aromatique et un peu piquante. Il a joui d'un prestige considérable aux tables royales non seulement dans l'Antiquité mais aussi au Moyen-Age. C'étaient les jeunes feuilles qui étaient utilisées pour les salades. Les Spartes de l'Antiquité les mangeaient avec du pain. Cet usage a été conservé et on les consomme encore avec du pain et du beurre, ou avec du pain auquel on ajoute du citron, du vinaigre ou du sucre. Cependant, le principal usage actuel est celui de la plantule; on emploie les hypocotyles succulents en salade et en garniture des plats.

Les racines, les graines et les feuilles ont été utilisées comme condiment piquant. Columela explique comment on préparait l'*oxygala*, sorte de fromage blanc aux herbes: «Certaines personnes, après avoir cueilli l'herbe du cresson alénois cultivé ou même sauvage, la font sécher à l'ombre, puis jettent ses feuilles dans la saumure, en enlevant la tige, les expriment et les jettent dans le lait sans autre assaisonnement, en ajoutant la proportion de sel qu'ils estiment suffisante. [...] D'autres mélangent dans un pot des feuilles fraîches de cresson alénois cultivé avec du lait sucré.»

L. latifolium L. se détache par son intérêt horticole. Bien qu'il croisse spontanément au bord des rivières et des lagunes, on le cultive aussi occasionnellement comme *L. sativum*. Ses jeunes feuilles peuvent être utilisées pour faire des salades; les Grecs et les Romains de l'Antiquité le cultivaient déjà pour cela. Ses feuilles et ses graines ont également été utilisées comme condiment piquant. Avec les feuilles, on prépare diverses sauces, dont on peut citer en particulier la sauce amère de l'agneau pascal des Juifs. Les graines de cette espèce étaient connues en Angleterre comme le poivre des pauvres. Les racines ont été utilisées à l'occasion comme substitut du raifort.

Au 15ᵉ siècle, on sait par Alonso de Herrera que le cresson alénois était l'un des légumes les plus consommés en Castille. Au 16ᵉ siècle, on a obstinément essayé de l'introduire en Amérique. Au début du 19ᵉ siècle encore, sa culture conservait de l'importance en Espagne, puisque C. et E. Boutelou (1801) s'occupent spécifiquement de

cette culture dans leur *Tratado de la huerta* et commentent l'existence de divers cultivars.

Aujourd'hui, sa culture est très occasionnelle dans des pays comme l'Espagne et la France. Le cresson de fontaine, en concurrence avec le cresson alénois, a éclipsé la culture de ce dernier. Ce n'est cependant pas le cas dans d'autres pays du centre de l'Europe ni au Royaume-Uni, où son usage est habituel et où le système de culture a notablement changé.

Description botanique

L. sativum est une plante herbacée annuelle et érigée possédant des tiges pouvant atteindre 50 cm de long. Les feuilles basales ont de larges pétioles, lyrées-pennatipartites; les feuilles caulinaires sont laciniées-pennées et les supérieures sont entières. Les inflorescences se présentent en grappes denses. Les fleurs ont des pétales blancs ou un peu rosés de 2 mm. Les siliques, de 5 à 6 × 4 mm, sont elliptiques, ailées depuis la moitié supérieure et glabres. La plante fleurit à l'état sauvage entre mars et juin.

Il s'agit d'une plante allogame à formes autocompatibles et autoincompatibles, présentant divers degrés de tolérance à l'autogamie prolongée. Il existe des formes diploïdes, $2n = 2x = 16$, et tétraploïdes, $2n = 4x = 32$. On observe une certaine diversité dans le caractère des feuilles basales, plus ou moins fendues ou séparées, caractère contrôlé par un seul gène incomplètement dominant.

Ecologie et phytogéographie

L. sativum s'adapte à tous les sols et à tous les climats, bien que la plante ne supporte pas les gelées. En situation tempérée, elle a un rythme de croissance très rapide. On la rencontre de façon subspontanée dans des zones transformées par l'homme, près des cultures et des peuplements humains. Dans la péninsule ibérique, elle apparaît ainsi, surtout dans la région orientale.

Le cresson alénois sauvage s'étend depuis le Soudan jusqu'à l'Himalaya. La majorité des auteurs le considèrent comme natif de l'ouest de l'Asie. De là, il a dû passer très vite à l'Europe et au reste de l'Asie comme culture secondaire, probablement associée aux cultivars de lin. Vavilov considère que son centre principal est l'Ethiopie, où on a rencontré la plus grande diversité, et que le Proche-Orient, l'Asie centrale et la Méditerranée sont des centres secondaires. Il est actuellement naturalisé dans de nombreuses parties de l'Europe, y compris les Iles britanniques.

Diversité génétique

Le genre *Lepidium* est constitué de près de 150 espèces, réparties dans presque toutes les régions tempérées et subtropicales de la Terre. Dans la péninsule ibérique et aux Baléares, on trouve au moins 20 espèces ou sous-espèces entre les taxons autochtones et allochtones, certains génétiquement proches de *L. sativum*. Sept d'entre elles sont endémiques exclusives de la péninsule ou, au maximum, communes avec le nord de l'Afrique. D'autres espèces proches sont *L. campestre* (L.) R. Br. et *L. ruderale* L. qui possèdent aussi des feuilles comestibles. Avec les feuilles de *L. campestre*, on prépare d'excellentes sauces pour le poisson.

A propos du cresson alénois commun (*L. sativum* L.) et si l'on s'en tient à l'anatomie de la feuille, de la tige et de la racine, l'espèce a été divisée en trois variétés botaniques, *vulgare*, *crispum* et *latifolium*, la dernière étant la plus mésomorphique, *crispum* la plus xéromorphique et *vulgare* intermédiaire.

Aujourd'hui, la majeure partie des études sur la diversité et le développement de nouveaux cultivars se font en liaison avec le VIR de Saint-Pétersbourg où il existe une bonne collection de matériel. Sur les 350 formes de cresson alénois étudiées en Ukraine, Uzkolistnyti 3 a été la meilleure, hautement productive et de bonne qualité.

On l'utilise comme base de programmes d'amélioration, car elle dépasse notablement les meilleures variétés soviétiques en production et en qualité. D'autres cultivars bien adaptés à la Russie d'Europe sont Tuikers Grootbladige (à feuilles larges) et les lignées Mestnyi k137, k106 et k115. Parmi les types variétaux les plus cultivés en Europe, il faut noter Early European, Eastern, Dagestan, et Entire Leaved qui se distinguent par la longueur et la forme de la feuille, la précocité et la susceptibilité au froid. En Europe occidentale, on apprécie particulièrement un type à feuilles larges (Broad Leaved French) et un type frisé (Curly Leaved), ce dernier étant très utilisé pour orner les plats. En Afrique, il existe des variétés rouges, blanches et noires.

Au Japon aussi, l'intérêt s'éveille pour cette culture, et on a organisé des expéditions de collecte au Népal. Au cours d'une expédition effectuée en 1986 en Irak, on a collecté des échantillons qui se trouvent à Abu Ghraib et à Gratersleben en Allemagne. Il existe aussi de petites collections de *L. sativum* au PGRC d'Addis-Abeba (Ethiopie) et à l'ARARI d'Izmir (Turquie) ainsi qu'à Bari (Italie). A l'Université polytechnique de Madrid, il existe des échantillons de 20 espèces de *Lepidium*, et au BGV du Jardin botanique de Cordoue on conserve du matériel génétique des espèces méridionales ibériques du genre.

Pratiques culturales

Le cresson alénois est une plante peu exigeante et de culture facile, que l'on peut semer à la volée après les gelées de l'hiver ou pendant toute l'année dans les climats tempérés. Cependant, C. et E. Boutelou (1801) recommandaient déjà d'effectuer un semis clair dans des sillons peu profonds, ce qui facilite l'éclaircissement des plantes en excédent et le sarclage. Tous les 15 ou 20 jours, il faut effectuer de nouveaux semis pour qu'il ne manque jamais de pousses nouvelles et de feuilles jeunes pour les salades, celles des semis antérieurs commençant à durcir et à ne plus être utilisables. La graine lève au bout de quatre ou six jours selon la saison; au bout de 15 jours ou trois semaines, les feuilles sont bonnes à être consommées.

La façon culturale habituelle continue d'être celle indiquée, avec un écart de 15 à 20 cm entre les rangées et en soignant les arrosages en été, puisqu'il s'agit de plantules enracinées légèrement qui peuvent sécher en quelques jours. Leur croissance est très rapide, la récolte pouvant commencer le mois même du semis et les rendements obtenus pouvant atteindre 6 tonnes par hectare.

Perspectives d'amélioration

La majeure partie de l'amélioration génétique du cresson alénois se fait dans la Communauté des Etats indépendants (CEI); actuellement, dans les pays d'Europe occidentale les travaux sont rares ou inexistants. On développe principalement des cultivars précoces, avec une période de production prolongée et une plus grande tolérance au froid.

Le cresson alénois peut se cultiver et s'utiliser comme la moutarde blanche. Il germe plus lentement aux températures basses, le délai de levée s'allongeant de trois ou quatre jours. La réduction de cette période est un objectif intéressant d'amélioration.

Cependant, la remise en usage du cresson alénois et sa plus grande présence sur les marchés passe principalement par une modification des techniques de culture et de commercialisation. Dans des pays comme le Royaume-Uni, où ce légume est habituellement présent sur les marchés, la culture s'effectue en serres pendant toute l'année; on consomme les hypocotyles succulents entiers des plantules très jeunes.

La graine se pose sur la surface du sol, sur des lits doux nivelés, où on la pulvérise finement avec de l'eau; on la couvre ensuite avec de la toile de jute stérilisée à la vapeur et humidifiée. Cette toile

est souvent mouillée pour maintenir l'humidité et on la retire lorsque les plantules atteignent 4 à 5 cm de hauteur (environ au bout de sept jours au printemps et en automne, et 10 jours en hiver). Les feuilles jaunes deviennent vertes au bout de deux ou trois jours; on récolte quand la première paire de feuilles des cotylédons s'est développée.

Le cresson alénois se commercialise en sachets ou en barquettes, parfois avec des plantules de moutarde blanche. Le cresson alénois et le poivre blanc se sèment parfois dans les barquettes ou les sachets de plastique dans lesquels on va les vendre, généralement dans de la tourbe traitée avec une solution nutritive.

POURPIER
(*Portulaca oleracea*)

Nom botanique: *Portulaca oleracea* L.
Famille: portulacées.
Noms communs. *Français:* pourpier, portulache; *espagnol* et *catalan:* verdolaga, verdalaga, buglosa, hierba grasa, porcelana, tarfela, peplide (Espagne), colchón de niño (El Salvador), flor de las once (Colombie), flor de un día, lega (Argentine); *portugais* et *galicien:* beldroega, bredo-femea, baldroaga; *basque:* ketozki, ketorki, getozca; *anglais:* purslane, purslave, pursley, pusley

Origine du nom

La diversité des noms et des acceptions donne déjà une idée de l'ancienneté et de la dispersion géographique de la culture et de l'exploitation de *Portulaca oleracea*. De Candolle a considéré cette espèce comme cultivée depuis plus de 4 000 ans, à partir de documentation historique, archéologique et linguistique. Ses noms communs proviennent de différentes racines: *lonica* ou *louina* (sanscrit), *koursa* (hindoustani), *kholza* et *perpehen* (perse), *adrajne agria* (grec), *portulaca* (latin, qui signifie «petite porte», à cause de la forme de l'ouverture de sa capsule). Les Arabes du Moyen-Age l'appelaient *baqla hamqa'*, ce qui signifie «légume fou», du fait que ses branches se répandent sur le sol sans contrôle. Les agronomes hispano-arabes d'Andalousie (10-15[e] siècles) utilisaient le nom de *riyla*, qui signifie «pied», certainement à cause de ses feuilles dactyliformes, ainsi que *furfir*, *farfan*, *farfag*, *farfagin* dérivés du perse *perpehen*. Ils la nommaient également *missita*, qui signifie «mélangée», car elle est parfois maraîchère et parfois sauvage. En espagnol vulgaire, on connaît des noms comme «verdilacas», «yerba aurato» et «yerba orate» (qui de nouveau signifie «herbe folle»).

Propriétés, utilisations et culture

Comme plante médicinale, *P. oleracea* est considérée comme antiscorbutique, diurétique et rafraîchissante. Riche en sels minéraux et avec une forte teneur en eau (95 pour cent) et en mucilage, elle possède des propriétés émollientes et adoucissantes pour les irritations de la vessie et des voies urinaires. On l'utilise aussi pour réguler la fonction intestinale. Dioscoride reconnaissait déjà ses vertus médicinales anti-inflammatoires (yeux) et analgésiques (mal de tête), émollientes et adoucissantes, antifébrifuges (en jus) et antihelminthiques. Il dit aussi qu'elle «diminue les envies de forniquer». Dans ce dernier sens, d'autres auteurs mentionnent également ses vertus anaphrodisiaques (Codex de 1837 de la pharmacopée espagnole), incluant cette plante parmi les «quatre graines froides», avec la chicorée, la scarole et la laitue, effets peut-être dus à la présence de noré-pinéphrine, un précurseur de l'adrénaline, qui produit une diminution du flux sanguin par constriction des grandes artères. Maimonide en parle aussi. Les droguistes du Caire, au Moyen-Age, vendaient la graine de pourpier pour différents usages, en la recommandant en particulier comme vermifuge. Laguna et Leclerc reconnaissaient de même différentes propriétés médicinales, en

particulier les propriétés anti-inflammatoires, en mélange avec du plantain, des violettes et des courges. On a également mentionné ses vertus magiques, comme amulette contre les mauvais esprits, éloignant les cauchemars si on la place dans le lit.

Mais à part ses vertus médicinales, c'est également un légume, une mauvaise herbe et un aliment pour les porcins.

Columela écrit dans son poème sur le jardin: «Déjà le pourpier juteux couvre les carrés secs du potager»; et dans *Los doce libros de Agricultura:* «Le pourpier feuillu apaise la soif des planches du potager» (Livre X); et au Livre XI, il donne une recette sur la façon de le conserver avec du vinaigre et du sel. Paladio s'y réfère exclusivement pour ses propriétés mucilagineuses, médicinales ou vétérinaires. On trouve des références similaires dans Kastos, reprenant la tradition byzantine. Isidoro de Sevilla cite la plante sans donner d'indications sur sa culture. En résumé, une référence aussi sommaire à la tradition hispano-romane et hispano-wisigothe concernant le pourpier surprend.

Ce sont les auteurs de traités orientaux et arabes qui se sont le plus occupés de ce légume. Ibn Wahsiyya en décrit la culture au Proche-Orient en le présentant comme une culture d'été. La majorité des agronomes hispano-arabes traitent de cette plante. Arib (10e siècle) la cite dans son *Calendario agrícola*. Al Zahrawi et Ibn Hayyay (11e siècle) la mentionnent aussi. Ibn Bassal (11e siècle) traite longuement de sa culture, reconnaissant déjà une certaine diversité intraspécifique (il discerne des variétés précoces et tardives), en précisant les exigences de température et d'eau (culture d'été et arrosage ou jardin maraîcher), établissant un calendrier de semis qui s'étend depuis mars jusqu'à août et distinguant deux époques fondamentales de culture selon qu'il s'agit de produire de la graine ou de produire pour l'alimentation humaine. La dose des semis et les besoins d'amendements et d'arrosage paraissent traités de façon tout aussi prolixe par l'auteur. Ibn Wafid (agronome hispano-arabe des 11e et 12e siècles) la mentionne sous les noms de *baqla hamqa'* et *missita*. Ibn al-Awwam, dans son *Kitab al-Filaha*, en rappelle la mention par presque tous les auteurs arabes et cite différentes variétés. Il utilise pour ce légume les qualificatifs de «doux» et «béni».

Après le 16e siècle, la culture du pourpier s'est progressivement perdue en Espagne. Alonso de Herrera (16e siècle), par exemple, ne fait aucune référence à cette plante et, en 1801, C. et E. Boutelou disent que «le pourpier, qu'on n'apprécie pas du tout en Espagne, fait partie des productions qui méritent, en Angleterre et dans d'autres pays plus au nord, d'être cultivées en châssis et couche chaude pour avancer artificiellement leur végétation»; et plus loin: «Sur ce territoire, on n'a pas l'habitude de cultiver le pourpier autrement qu'en l'utilisant lorsque le hasard l'a fait naître parmi d'autres plantes cultivées avec plus de soin.» Malgré le mépris espagnol pour cette plante, dans beaucoup de pays latino-américains où cette culture a été introduite, elle reste estimée.

Les pourpiers ont été consommés surtout en frais. En Angleterre au 17e siècle, les cuisiniers de Charles II en ajoutaient les feuilles à toutes les salades, peut-être en fonction du goût du roi ou bien pour leurs propriétés digestives. Dans cette recette, on mélangeait des feuilles jeunes ciselées avec le double de feuilles de laitue, du cerfeuil, des fleurs de bourrache et des pétales de calendula, le mélange se servant assaisonné d'huile et de jus de citron. La recette ressemble à celle que Tirso de Molina mentionne: «J'ordonnerai d'y jeter de la coriandre verte, du cresson alénois, du pourpier, de la bourrache et de la menthe.»

On peut consommer crues et fraîches non seulement les feuilles, mais aussi les tiges et les plantules sans racines. Columela en mentionne la consommation confite dans le sel et le vinaigre.

elles ont une saveur acide agréable et sont très juteuses. En Espagne, on a l'habitude de les consommer à une étape plus avancée de leur croissance, après ébullition. Elles sont également savoureuses bouillies et dans les omelettes. Sautées au beurre ou frites, on les emploie dans les soupes, les potages, les salades et les sauces. Avec l'oseille, elles font partie de la soupe française «bonne femme». Il y a également des recettes connues de soupes de pourpier et de petits pois.

Pour compléter la diversité de ses applications, on pourrait en citer l'emploi comme insecticide, où l'on verse le jus sur les fourmilières, ainsi que comme plante ornementale dans les jardins romains et médiévaux.

Actuellement, en Espagne, c'est essentiellement une espèce champêtre (mauvaise herbe) des cultures estivales irriguées, et sa consommation ne cesse de diminuer, y compris celle des individus cueillis à partir de populations sauvages.

Description botanique

P. oleracea est une plante herbacée annuelle, à tiges ramifiées, rampantes ou un peu montantes jusqu'à 50 cm, rosâtres, charnues et glabres. Les feuilles, de 0,5 à 3,3 × 0,2 à 1,5 cm, sont obovées, entières, un peu papilleuses. Les fleurs sont solitaires ou en groupes axillaires de deux ou trois fleurs jaunes. Le fruit, en capsule (pyxide), mesure jusqu'à 7 mm. Les graines, de 0,6 à 1 mm, sont réniformes, noires; elles conservent leur pouvoir germinatif pendant 8 à 10 ans; de comportement orthodoxe sur le plan de la germination, elles maintiennent beaucoup plus leur viabilité si on les conserve en atmosphère sèche et à basse température.

Ecologie et phytogéographie

P. oleracea est l'une des plantes horticoles les plus répandues dans l'Ancien Monde, depuis des temps reculés. Elle s'est transportée en Amérique où elle s'est naturalisée, comme en Europe dans les jardins, les décharges et au bord des chemins. Elle est originaire de la région qui s'étend de l'Himalaya occidental à la Russie méridionale et à la Grèce. En Asie de l'Est, elle ne paraît pas spontanée. En Grèce, elle est spontanée et cultivée. Vavilov (1951) la situe dans les pays méditerranéens du Proche-Orient et en Asie centrale comme mauvaise herbe et comme légume.

On la trouve aujourd'hui répandue dans les zones tempérées chaudes d'une grande partie du monde. A côté d'autres espèces du genre, elle se présente comme mauvaise herbe dans la majorité des pays tropicaux et subtropicaux.

Elle se cultive au Royaume-Uni, aux Pays-Bas et dans d'autres pays européens. C'est un légume populaire d'hiver dans le nord de l'Inde. En Espagne, elle est très fréquente à l'état champêtre, mais très rare en culture.

Diversité génétique

Peu de travaux ont été effectués sur l'exploitation de la diversité extraspécifique de *P. oleracea*. Apparemment sans idée d'amélioration, on a tenté la fusion de protoplastes de *Portulaca* et *Nicotiana*, et on a observé des hétérocaryons et la première division, mais on ne sait pas bien s'il s'est produit des divisions multiples.

Il existe néanmoins une énorme diversité intragénérique. Le genre *Portulaca* est cosmopolite, et de nombreuses espèces se cultivent comme légume. Ainsi, *P. afra* Jacq., *P. pilosa* L. et *P. tuberosa* Roxb. en Afrique australe et *P. quadrifida* L. en Afrique tropicale; *P. retusa* Engelm en Amérique du Nord et *P. pilosa* L. en Amérique du Sud; *P. napiformis* Muell. en Australie; *P. lutea* Forst en Polynésie. *P. quadrifida* L. se cultive dans de nombreuses régions tropicales.

A l'intérieur de *P. oleracea* et de ses populations sauvages, Danin et Baker distinguent cinq sous-espèces (*oleracea*, *papillato-stellulata*, *stellata*, *granulato-stellulata* et *nitida*), selon la taille des graines et la structure de la tête. Cette distinc-

tion est un peu discutable, surtout si l'on tient compte des caractères sympatriques de ces sous-espèces. Généralement, on accepte l'existence d'un unique complexe *P. oleracea* avec diverses variétés, parmi lesquelles var. *oleracea*, généralement répandue comme mauvaise herbe; et var. *sativa* (Haw.) Celak, cultivée comme légume, à port plus grand et érigé.

Prabhakar et Ramayya (1988), dans une étude chimiotaxonomique comparant les protéines et les acides aminés libres, ont trouvé qu'à l'intérieur du complexe *P. oleracea* la variété *ophemera* est distincte des variétés *oleracea* et *sativa*.

Dans la variété *sativa*, on a l'habitude de distinguer deux types différenciables par leur coloration, le pourpier vert et le pourpier doré. Il semble cependant que la couleur dépende essentiellement de l'exposition au soleil et qu'il s'agisse plus d'une caractéristique environnementale que génétique. Certains marchés, comme le marché français, apprécient surtout la couleur rouge.

Dans les catalogues commerciaux des grainetiers, on n'a pas l'habitude d'offrir de cultivars de cette plante horticole.

Girenko (1980) a décrit la diversité intraspécifique et la composition des cultivars dans différentes zones climatiques de la CEI, en même temps qu'un autre ensemble de données d'intérêt agricole[1].

En ce qui concerne la récupération et la conservation du matériel génétique, les travaux à réaliser sont eux aussi abondants. En 1985, une mission de l'Agricultural Research Corporation a recueilli du matériel génétique indigène de *P. oleracea* dans la région nord-est du Soudan, dans le cadre d'un projet conjoint avec le CIRP. A l'ARARI d'Izmir en Turquie, on conserve quelques échantillons de *P. oleracea*.

[1]L'article, publié en 1988, n'a pas été traduit du russe.

Pratiques culturales

Le pourpier est un légume qui se développe rapidement en atmosphère chaude. La culture est très simple et se pratique sous arrosage dans des terres légères et riches qui favorisent la germination.

On peut le cultiver en serre, en semant à la volée et en enterrant les graines à l'aide d'une légère pression. Le premier et le deuxième arrosage sont essentiels et doivent se faire par aspersion ou à la main. Pour assurer l'humidité au moment de la germination, on couvre parfois les parcelles de sacs de jute humidifiés. Les graines germent rapidement et doivent être soulevées pour accélérer le développement. Les plantules se récoltent lorsqu'il s'est formé quatre ou cinq feuilles, ce qui se produit, avec des températures appropriées, en une vingtaine de jours. Il est possible de couvrir une longue période de production en effectuant des semis échelonnés.

Dans les zones tempérées d'Europe centrale, vers le mois d'avril, la culture à l'air libre se fait également avec semis direct à la volée (10 g par mètre carré), lorsque les froids sont passés. Il faut assurer l'humidité au moment de la germination; par la suite, lorsque les plantules sont arrivées à croissance moyenne, elles tolèrent bien le manque d'eau. Dans ce type de culture, normalement on laisse la plante se développer et on récolte les tiges pendant tout l'été. Si la plante n'est pas arrachée, elle refait des pousses.

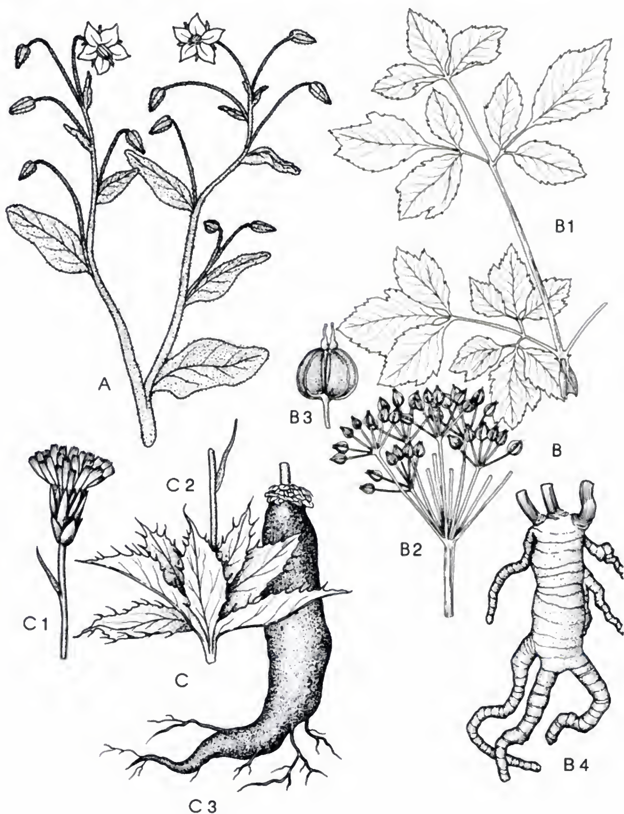
Les principaux ennemis de cette culture sont les basses températures et les mauvaises herbes, qui nécessitent autant de sarclages que de besoin. Les maladies et les ravageurs ne paraissent pas représenter des limitations importantes.

Perspectives d'amélioration

La culture ne présente aucune difficulté technique qui empêche de remettre ce légume en usage. Dans des essais expérimentaux effectués par les auteurs sur la côte sud-est de l'Espagne pendant

FIGURE 38

Plantes horticoles: A. bourrache (*Borrago officinalis*), B. maceron (*Smyrnium olusatrum*); B1. feuilles; B2. inflorescences en ombelle; B3. fruit; B4. racine; C. scorsonère (*Scorzonera hispanica*); C1. capitule; C2; rosette basale de feuilles; C3. racine



l'hiver et le printemps, sous serre de polyéthylène non chauffée, ils ont pu obtenir des productions uniformes de plantules de 6 à 8 cm, à peu près au bout d'un mois.

Ce type de culture est celui qui peut avoir le meilleur accueil sur les marchés occidentaux, à condition que l'on offre des plantules propres et sans racines, adéquatement mises en barquettes couvertes de pellicule plastique. Dans ces conditions, elles se conservent bien à basse température pendant deux semaines.

Ce type de produit est pratiquement inconnu du consommateur, et c'est pourtant celui qui convient le mieux pour les salades fraîches. Si on utilise des plantes ou même des pousses de plantes développées à des températures élevées, elles peuvent être trop mucilagineuses et présenter une texture peu agréable. Les plantules ont une saveur et une texture très douce qui les rendent plus appétibles.

Au niveau du matériel végétal, pratiquement tout est à faire, car le travail d'amélioration effectué récemment est très peu important.

BOURRACHE (*Borrago officinalis*)

Nom botanique: *Borrago officinalis* L.

Famille: borraginacées

Noms communs. Français: bourrache; *espagnol:* borraja, borraja común, borraga, borracha, bora, corrago, alcohelo, flores cordiales; *catalan:* borratja, borraina, pa-i-pexet; *basque:* borrai, borroin, murrum, assunasa, porraiña; *portugais* et *galicien:* borrage, borragem, ervava borragem, borraxa; *anglais:* borage, cool tankard.

Propriétés, utilisations et culture

On attribue à la bourrache des propriétés sudorifiques (fleurs), diurétiques (feuilles et pétioles) et émollientes (cataplasmes de feuilles). Elle contient beaucoup de mucilage, du tanin et des traces d'essence de parfum, de sels de potassium et de magnésium. Les graines contiennent jusqu'à 23 pour cent d'acide linolénique.

Les pharmacologues d'autrefois classaient cette plante parmi les «quatre fleurs pectorales», et elle était également très recommandée pour soigner les rhumatismes; dans ce cas, on appliquait les feuilles fraîches en cataplasme, car sèches elles perdent leurs propriétés. Les fleurs et les graines avaient une réputation d'euphorisants, aussi les ajoutait-on au vin. Certains auteurs estiment que la bourrache était la plante que les Grecs dénommaient *eufrosinon* et qui, selon Pline, «rendait l'homme joyeux et heureux». Un proverbe grec disait: «Moi, la bourrache, je donne toujours du courage». Dans l'Espagne du 16e siècle, on lui attribue encore cette propriété. Ainsi, Alonso de Herrera affirme que la bourrache «est meilleure pour la santé qu'aucun autre légume, et l'on peut dire sans se tromper qu'elle n'est souvent pas appréciée à sa juste valeur parce que ses vertus ne sont pas connues, alors qu'elles sont nombreuses». Il indique aussi: «Crue, elle engendre un sang très singulier, et plus encore bouillie avec un bon mouton ou des chapons, aussi est-elle très bonne pour les vieux [...] et si on en boit la graine dans le vin, elle réjouit beaucoup le cœur.» On peut se demander si cette qualité de la plante ne serait pas plutôt due à l'autre ingrédient qui l'accompagnait.

En réalité, ses effets ne doivent pas être très manifestes, puisqu'«ils ne sont souvent pas appréciés». La douceur de leur action explique peut-être l'expression espagnole «c'est de l'eau de bourrache» pour indiquer que quelque chose n'a rien donné. Par exemple, C. et E. Boutelou (1801), expliquent: «La médecine faisait dans l'Antiquité un usage très fréquent de cette plante, mais elle est aujourd'hui pratiquement oubliée, car elle ne produit pas les effets pour lesquels on l'appliquait autrefois.»

Comme légume, l'origine de sa culture n'est pas bien précisée. S'il ne paraît pas clair que les Grecs et les Romains aient fait de cette plante un usage médicinal, il est plus sûr qu'ils ne la cultivaient pas puisque des auteurs comme Columela ou Paladio n'y font pas référence. Cependant, certains auteurs attribuent une éthymologie latine à *borrago* (dérivé de *borra* (poil rigide), en raison de la pilosité caractéristique de toute la plante). D'autres auteurs soutiennent une étymologie arabe, de *abu* (père) et *rash* (sueur), qui serait due à la propriété sudorifique de ses fleurs. Certains historiens ont même estimé que la plante était arrivée d'Afrique au Moyen-Age. Il ne fait cependant pas de doute que la plante est native en Espagne et que vers le 12ᵉ siècle les musulmans andalous ne la cultivaient pas. En effet, Ibn al-Awwam, dans son *Kitab al-Filaha* n'y fait qu'une seule référence; il en parle comme d'une plante sauvage dont on peut faire usage en temps de famine. D'autres agronomes et médecins andalous, comme Ibn Hayyay (10ᵉ siècle), Ibn Wafid (11-12ᵉ siècles) et Maimonide (10ᵉ siècle) paraissent la citer, mais on observe une certaine confusion dans la dénomination de *lisan al-lawr* (langue de bœuf), qui peut se référer aussi bien à *Borrago officinalis* qu'à *Anchusa officinalis* ou *A. italica*.

En conséquence, la bourrache n'a pas dû commencer à être cultivée après le 12ᵉ siècle. On sait qu'elle était déjà très cultivée dans la Castille du 15ᵉ siècle, et Alonso de Herrera en 1539 s'étend sur la description de sa culture et de ses propriétés. Ce fut l'un des premiers légumes apportés en Amérique par les Espagnols; dès 1494, on la cultivait dans les jardins de La Isabela, première ville fondée sur le sol américain. Le père Cobo, au 17ᵉ siècle, indique que la bourrache s'est adaptée en Amérique latine. Au 18ᵉ siècle, sa culture était fréquente, mais avait déjà perdu de l'importance.

La bourrache se cultive pour les feuilles et les pétioles, que l'on consomme comme légume. Les feuilles jeunes peuvent se consommer crues, en salade assaisonnée à l'huile d'olive, donnant un arôme et une saveur de concombre ou de cornichon; il convient de les ciseler, car entières elles sont peu attrayantes en raison de leur pilosité. Bouillies, elles font partie de potages, de garnitures de viandes et s'utilisent aussi dans la *olla*. Les feuilles sont délicieuses servies en beignets avec du fromage chaud ou râpé. De façon analogue, on peut faire des chaussons à la bourrache. En faisant bouillir les feuilles finement ciselées avec du lait d'amande, on obtient une soupe exquise. L'omelette à la bourrache est également excellente.

Cependant, la partie de la plante la plus employée est constituée des pétioles et des feuilles, qui se prêtent à la majeure partie des usages indiqués.

Les fleurs s'emploient pour orner les plats et préparer un dessert exquis. Genders (1988) suggère une recette de tarte à la bourrache. Dans certaines régions, on prépare aussi un dessert en faisant frire les feuilles auxquelles on ajoute du sucre ou du miel, à la mode des *paparajotes* de Murcie, mais en utilisant la bourrache au lieu de feuilles de citron. A Majorque, comme le rapporte Font Quer (1990), on fait des beignets avec les feuilles, en préparant un mélange avec des œufs battus et de la farine de blé, et en faisant frire les feuilles ainsi enrobées dans de l'huile chaude, puis en les saupoudrant de sucre et de cannelle.

La bourrache est également une plante mellifère, les fleurs et les racines sont tinctoriales et l'ovaire présente une synthèse active d'acide linolénique – d'intérêt pharmacologique et cosmétique –, qui explique la forte teneur de ce produit dans les graines.

Description botanique

B. officinalis est une plante herbacée annuelle et robuste. Presque toute la plante est recouverte de crins rigides. La racine est pivotante. Les tiges sont érigées, robustes, de 20 à 100 cm, parfois

ramifiées. Les feuilles basales sont en rosette, ovées ou lancéolées, allant jusqu'à 25 cm, pétiolées. Les feuilles caulinaires supérieures sont sessiles; elles entourent la tige. Les fleurs, d'un bleu brillant, apparaissent sur les sommets ramifiés. La floraison a lieu du printemps à l'automne. Le fruit contient quatre nucules de 4 × 2,5 mm, oblongues-ovoïdes.

Il s'agit d'une plante allogame à fleurs hermaphrodites à étamines. Elle possède un système d'auto-incompatiblité contrôlé par de nombreux gènes. La pollinisation est essentiellement entomophile (abeilles).

B. officinalis se multiplie par semences. La collecte de celles-ci est laborieuse, car la plante s'égraine facilement. Soixante-cinq graines pèsent 1 g; un litre de graines pèse autour de 430 g. Dans les conditions commerciales de conservation, elles gardent un fort pouvoir germinatif pendant 8 à 10 ans. Elles ont un comportement orthodoxe en conservation. La graine germe très rapidement, sans problème de dormance. $2n = 2x = 16$.

Ecologie et phytogéographie

Sous forme spontanée ou subspontanée, la bourrache vit dans des terrains incultes, des remblais, des jachères, des terrains vagues, des bordures de jardin, des bords de chemin et des ruines.

Elle est originaire de la région méditerranéenne et naturalisée dans les zones chaudes de l'ouest, du centre et de l'est de l'Europe, parfois avec des escapades vers le nord qui ne sont pas stables. On la rencontre aussi dans le sud-ouest de l'Asie, en Macronésie et en Amérique du Nord.

La culture de la bourrache comme légume est limitée à certaines régions des Pays-Bas, de France, d'Espagne et d'Amérique latine; elle est inconnue dans le reste du monde.

En Espagne, on la cultive principalement dans la vallée de l'Ebre, dans les provinces de Saragosse, de Logroño et de Navarre. La superficie totale cultivée en 1987 était de 303 ha, avec une production de 7 818 tonnes.

Ces dernières années, on observe une certaine expansion de cette culture vers l'Andalousie, en particulier à Almería. On commence à réaliser une culture protégée, avec d'excellents résultats.

Diversité génétique

Le genre *Borrago* comporte seulement deux espèces méditerranéennes. Dans les lieux humides de la Corse et de la Sardaigne, on trouve *B. pygmaea* (DC.) Chater & W. Greuter, pérenne et à tiges rampantes.

Borrago officinalis L. est une espèce très variable. Il existe des variétés caractérisées par la couleur de la fleur. Bien que, généralement, elle soit d'un bleu brillant, il y a également des types à fleurs blanches ou rosées. Il s'agit cependant de populations très hétérogènes avec une grande diversité de port, de vigueur et de développement de la plante, de forme, de couleur et de taille du limbe et du pétiole des feuilles, de floraison, etc.

Le cultivar Flor Blanca, qui est commercialisé en Espagne, a des feuilles dont les pétioles mesurent de 40 à 50 cm de long et 1,5 cm de large. La hauteur de la plante est d'environ 50 à 60 cm.

Dans la banque de gènes du SIA de la Diputación General de Aragón (Saragosse), il existe une petite collection d'échantillons de ce légume.

Pratiques culturales

La bourrache est très rustique et s'adapte à tous les types de sols, bien qu'elle pousse mieux dans les sols argilo-limoneux. Elle préfère des terres riches en matières organiques. Elle supporte les basses températures, jusqu'à −50 °C, repoussant lorsque la température remonte.

La culture s'effectue en Espagne en semis direct. Il convient de préparer le terrain avec un amendement de fond de 50 tonnes par hectare environ de fumier, s'il n'a pas été incorporé à la culture précédente, et de 90 à 120 unités par

hectare d'azote, de phosphore et de potassium. Le terrain doit être bien ameubli, avec un labour profond et deux passages de herse. En Aragon, à l'air libre, on effectue des semis échelonnés depuis le milieu d'août jusqu'en janvier, en rangées ou au pochet, avec une séparation de 25 à 30 cm entre les plants.

La culture ne présente pas de problèmes particuliers; il faut assurer les arrosages et, en cas d'exploitation intensive, compléter l'amendement en surface avec 150 unités par hectare d'azote facilement assimilable, après l'éclaircissement.

Le cycle végétatif oscille entre 50 et 120 jours, la cueillette pouvant commencer au milieu d'octobre et se terminer en mai, puisqu'au printemps, lorsqu'arrivent les températures élevées, la plante monte et perd de la valeur. La cueillette se réalise à la main. Chaque pied possède deux ou trois rosettes de cinq à sept feuilles chacune, d'un poids de 500 à 1 000 g par pied. On obtient des productions d'environ 60 à 100 tonnes par hectare. Selon les données de l'*annuario de estadística agraria* du Gouvernement espagnol, les rendements moyens sont de 25 tonnes par hectare en irrigation à l'air libre et de 36 tonnes par hectare en culture protégée, la Navarre étant remarquable par ses rendements de 40 tonnes par hectare dans les deux types de culture.

La culture protégée sous plastique a récemment acquis de l'importance. Dans ces conditions, on obtient des pétioles beaucoup plus longs et charnus, et le rendement pétiole/plant passe à 60 pour cent, contre 40 pour cent en culture à l'air libre. Les productions elles-mêmes sont habituellement meilleures.

Les principaux ennemis de la culture sont les viroses (CMV), les champignons du sol (*Fusarium* sp.), les vers de terre, les chenilles masticatrices et les pucerons.

La commercialisation se fait habituellement en «gerbes» de 15 à 20 kg, qui correspondent à 15 à 30 touffes ou en caisses de 10 à 12 kg avec les plants entiers, une partie de la feuille étant éliminée. Pour le consommateur, toutefois, le mieux est la bourrache complètement pelée et mise en barquettes sous une pellicule de plastique.

La bourrache est sujette au règlement technique de contrôle et de certification des semences de plantes horticoles. Les exigences relatives aux graines des catégories de base, certifiée et standard, sont de 97 pour cent de pureté spécifique, et 65 pour cent de germination de graines pures, avec une tolérance maximale de 0,5 pour cent de graines d'autres espèces. Selon les données de l'INSPV en 1989, on a commercialisé 2 567 kg de graines de bourrache, dont 2 489 kg étaient de production nationale. On n'a cultivé que la variété blanche.

Un autre mode de culture réalisé aux Pays-Bas exploite les plantules. Après semis direct, on laisse pousser jusqu'à 10 à 15 cm de hauteur, puis on récolte les plantules complètes. Après les avoir lavées et avoir enlevé les racines, on peut les commercialiser en barquettes avec un film plastique.

Perspectives d'amélioration

La majeure partie du travail d'amélioration a été effectuée avec des types à fleurs blanches. La sélection réalisée par les agriculteurs a créé des formes possédant des pétioles plus succulents, plus longs, plus larges et peu pigmentés, avec moins de pilosité que dans les formes sauvages.

L'un des principaux problèmes de la culture est sa facilité à monter avec formation de fleurs, ce qui déprécie la production. Ce processus se produit avec des températures et des intensités lumineuses élevées et une humidité réduite. La sélection pour la résistance à la montée est un objectif d'amélioration prioritaire, et on observe une réponse très importante à la sélection.

Bien que cette plante ait été traditionnellement cultivée à l'air libre, on obtient actuellement

d'excellents résultats avec la culture sous plastique. Dans ces conditions, la croissance s'améliore. Sous serre, il est possible d'obtenir un produit de qualité, avec des pétioles longs, et tendres, et avec peu de poils, pendant une grande partie de l'année. La plante supporte bien les basses températures hivernales et l'humidité élevée. Aux alentours de Saragosse, on a fait de la bourrache la culture la plus rentable sous plastique.

L'expansion de la culture protégée peut favoriser la récupération de ce légume marginalisé. C'est dans ce sens qu'on procède aux premiers essais à Almería. S'ils étaient positifs, ils contribueraient à la diversification de la production et à l'amélioration de l'offre de cette région, qui revêt une si grande importance agricole et qui, pourtant, dépend d'un nombre très réduit de cultures.

En ce qui concerne les consommateurs, pour les régions où il n'existe pas de tradition d'utilisation de cette plante, il est nécessaire de présenter la bourrache pelée et dûment empaquetée, ce qui réduit le travail de préparation culinaire. L'aspect pileux et rustique de la plante peut susciter un certain rejet, que l'on peut éviter moyennant une propreté et une présentation adéquates.

En vue d'éventuels marchés extérieurs, plus exigeants encore que le marché espagnol, il sera nécessaire de réduire la forte teneur en hydrates des feuilles et pétioles. On peut y parvenir sans grande difficulté, puisque la sélection pour obtenir une faible teneur en nitrites a été efficace dans d'autres cas. Il conviendrait également d'effectuer une sélection pour obtenir des individus à faible teneur en lasiocarpine, alcaloïde pyrrholizidinique, bien que cette teneur ne soit déjà pas excessivement élevée.

En ce qui concerne l'exploitation pharmacologique de la plante, on développe actuellement la culture *in vitro* d'embryons, en réalisant une synthèse active d'acide linolénique. On a également mis au point des techniques de multiplication *in vitro* de la bourrache.

MACERON (*Smyrnium olusatrum*)

Nom botanique: *Smyrnium olusatrum* L.

Famille: apiacées = ombellifères

Noms communs. Français: maceron, ache, céleri sauvage; *espagnol:* apio caballar, apio equino, apio macedónico, perejil macedónico, esmirnio, olosatro, cañarejo; *portugais* et *galicien:* salsa de cavalo, cegudes, apio dos cavalos, rosas de pé de piolho; *catalan:* api cavallar, abil de siquia, julivert de moro, cugul, aleixandri; *anglais:* alexanders, alisander, maceron

Origine du nom

C'est l'*hipposelinon* des Grecs, mot qui signifie persil ou céleri sauvage, qui est à l'origine du nom. En arabe, pendant la période andalouse, on l'a appelé *karafs barri*, l'un des divers *karafs* (céleris) connus des géopones hispano-arabes, distinct de celui qui est cultivé (*Apium graveolens*), de l'aquatique (*A. nudiflorum*) et de celui de montagne ou de roche (*petroselinum* ou *oreoselinum* grec et latin). Le céleri sauvage a toujours été identifié comme oriental ou macédonien, très probablement en référence à son origine géographique et à son caractère allochtone.

Propriétés, utilisations et culture

L'utilisation du maceron comme plante médicinale est très ancienne. Le botaniste Théophraste (4e siècle av. J.-C.) faisait déjà référence à cette plante. Dioscorides (1er siècle) l'a également incluse dans sa *Materia medica*, en précisant que ses racines et ses feuilles étaient comestibles. Sa graine, selon cet auteur, prise avec du vin, est emménagogue. Galeno disait néanmoins qu'elle était moins active que le céleri. Dans la Cordoue des califes, Maimonides parle aussi de ses vertus. Au cours du Moyen-Age, elle a constamment été considérée comme plante à propriétés diurétiques, dépuratives et apéritives, surtout par sa

racine. Toutefois, sa qualité la plus remarquable a peut-être été le caractère antiscorbutique, dû à sa forte teneur en vitamine C. Les fruits ont des propriétés carminatives et stomachiques. Au 18e siècle, elle continuait à maintenir sa réputation de plante médicinale, comme la présente en 1799 l'ouvrage *Flore économique des plantes qui croissent aux environs de Paris*.

La plante, et particulièrement les feuilles, ont une odeur et une saveur qui ressemblent à celles de la myrrhe. C'est ainsi que naît le mot *smyrnion*, de son nom générique. Columela (1er siècle) se réfère à la plante en l'appelant «myrrhe d'Acaya», parce qu'on la faisait pousser en Grèce, que les Romains appelaient Acaica ou Acaya. A cette saveur et à cette odeur caractéristiques on doit aussi son utilisation comme condiment; elle sert en effet à assaisonner des aliments de manière analogue au persil, donnant la saveur aux soupes et aux ragoûts, et elle sert aussi à la préparation de sauces pour accompagner des viandes et des poissons. Cela dit, son utilisation la plus habituelle a été comme légume frais, avec consommation, de préférence, des feuilles, des jeunes pousses et des pétioles, qui communiquent une saveur agréable, semblable à celle du céleri, bien qu'un peu plus piquante. On les a aussi consommés bouillis. A ces utilisations correspond le mot latin *olusatrum*, qui signifie verdure noire. Les racines ont été utilisées conservées dans une marinade aigre-douce. Les fruits contiennent une huile essentielle, le cuminal, qui rappelle celle du cumin.

L'histoire de sa culture est surprenante. De toutes les ombellifères utilisées comme légume, le maceron a été l'une des plus courantes dans les jardins pendant de nombreux siècles, mais au 19e siècle, elle était presque totalement oubliée. Elle fut probablement cueillie avant le néolithique et déjà cultivée à l'âge du fer. Elle est devenue très populaire à l'époque d'Alexandre le Grand (4e siècle av. J.-C.) et fut largement cultivée par les Romains, qui l'introduisirent certainement à l'ouest et au centre de l'Europe, y compris dans les Iles britanniques. Dans cette région et dans la péninsule ibérique, on la rencontre aujourd'hui naturalisée.

Columela s'étend sur sa culture et ses modes de consommation: «Avant que le céleri sauvage ne fasse des tiges, arrachez sa racine en janvier et février, et après l'avoir frottée énergiquement mais avec soin, pour qu'il n'y reste pas de terre, mettez-la dans du vinaigre et du sel; ensuite, après 30 jours, séchez-la et après l'avoir décortiquée, enlevez l'écorce; ensuite, jetez sa mœlle, coupée, dans un pot de verre ou de terre neuf et ajoutez du jus que l'on obtiendra comme décrit plus loin. Prenez de la menthe, des raisins secs et un petit oignon sec et broyez-les en même temps que du blé grillé et un peu de miel; lorsque le tout est bien moulu, mélangez deux parties de «sirop» et une de vinaigre, et jetez-les ainsi dans le pot mentionné plus haut que l'on couvre ensuite avec un couvercle en mettant une peau par-dessus; ensuite, quand on veut s'en servir, sortir les morceaux de racines avec leur propre jus et leur ajouter de l'huile.»

Isidoro de Sevilla (6e siècle) paraît attacher moins d'importance au maceron ou céleri sauvage.

En France, il a constitué un légume important, cultivé dans les domaines des rois carolingiens. Ainsi, dans le *Capitulaire de Villis*, promulgué par Louis le Pieux, fils de Charlemagne (vers l'an 795), le maceron apparaît parmi les végétaux qu'il faut cultiver. Au 18e siècle, à Versailles, on l'utilisait blanchi pour accompagner les salades d'hiver. Au début du 19e siècle, Rozier, dans son *Dictionnaire universel d'agriculture pratique*, écrit: «Les feuilles du céleri sauvage peuvent figurer parmi les condiments de la cuisine comme le persil. Ses racines et ses jeunes pousses se mangent encore en Angleterre, après avoir été blanchies de la même manière que l'on fait pour le céleri.»

Il existe de la documentation sur sa culture en Belgique au 15e siècle et sur son abondance dans les jardins anglais au 16e siècle. Les Italiens aussi ont traditionnellement fait usage de cette plante. Cependant, vers le 18e siècle, sa culture était déjà très occasionnelle et elle était tombée en désuétude. En Espagne, au même siècle, Font Quer dit que sa racine se mange dans de nombreux pays, en salade crue et cuite, comme les tiges et les feuilles nouvelles. Au 19e siècle, les agronomes espagnols ne lui font déjà plus aucune référence. Ainsi, C. et E. Boutelou (1801) ne la mentionnent pas, absence qui contraste avec les 13 pages consacrées à la culture du céleri.

Le céleri sauvage est tombé en désuétude à partir du 17e siècle, en concurrence directe avec le «céleri des Italiens», forme améliorée du céleri (*Apium graveolens*). Il s'agit d'un cas de marginalisation où une plante, sans aucun doute largement utilisée depuis la préhistoire, est remplacée par une autre améliorée plus tardivement.

Description botanique

Smyrnium olusatrum est une plante herbacée bisannuelle à racine épaisse et allongée. Les tiges vont jusqu'à 150 cm et sont creuses au moment de la fructification. Les feuilles basales sont grandes, pinnatisectes avec segments terminaux entre ovales, et subrhombiques; les feuilles sont caulinaires, pinnatisectes. Les ombelles ont de 7 à 22 rayons, avec des fruits didymes de 5,5 à 7,5 × 4 à 7,5 mm. La plante fleurit d'avril à juin. Elle se multiplie bien par semence. $2n = 2x = 22$.

Ecologie et phytogéographie

Les populations sauvages de *S. olusatrum* poussent abondamment dans les marais et les terrains incultes proches de la mer, normalement dans des sols calcaires. On les trouve également dans les haies, les bois et sur le bord des chemins.

L'espèce est spontanée dans toute l'Europe méridionale, l'Afrique du Nord (Algérie) et le Proche-Orient. Dans l'Antiquité, elle était très abondante aux alentours d'Alexandrie. Vavilov situe cette culture dans le génocentre méditerranéen. On la trouve également aux îles Canaries et dans le reste de la Macaronésie.

Diversité génétique

Le maceron perfolié (*Smyrnium perfoliatum* L.) a des fruits plus petits (3,5 mm de long); il est distribué dans le centre-sud de l'Europe et le sud-ouest de l'Asie. Les tiges et les feuilles, une fois blanchies, s'utilisent en salade. On trouve sa culture citée dans des documents du 16e siècle. Pour Mathon (1988), cette espèce serait de qualité supérieure.

Il est actuellement très difficile de trouver des cultivars de céleri sauvage. Il a cependant dû exister diverses variétés cultivées. Par exemple, en Angleterre, en 1570, Petrus Pena et Mathius Lobel écrivent: «La forme cultivée est de loin meilleure que la plante sauvage.» Il semble encore exister une culture occasionnelle au Royaume-Uni.

On conserve des échantillons de cette espèce uniquement dans la banque de gènes du Jardin botanique de Cordoue. Il s'agit de populations sauvages d'Andalousie.

Pratiques culturales

Selon Columela, «le maceron doit être semé dans un terrain creusé au *pastino*, surtout près des murs, parce que l'ombre lui convient et il vient bien dans n'importe quel terrain. Si on l'a semé une fois et qu'on ne l'arrache pas entièrement avec la racine, mais qu'on le laisse faire des tiges pour la graine, il dure éternellement et n'exige qu'un sarclage léger. On le sème depuis les fêtes de Vulcain (août) jusqu'aux calendes de septembre, mais aussi au mois de janvier.»

Actuellement, comme la culture a été reléguée à quelques jardins particuliers, il est fréquent d'observer des pratiques similaires. On laisse la

tige pour la graine et on obtient un semis et une culture spontanés. Quelque chose d'analogue se produit pour les bettes: on ne fait qu'éliminer les mauvaises herbes et apporter un amendement.

La modernisation de cette culture dépendra de techniques similaires à celles que l'on utilise pour le céleri, y compris le blanchiment, compte tenu du fait que le céleri sauvage est moins exigeant en sol et en eau.

Perspectives d'amélioration

Le céleri est lui aussi connu depuis l'Antiquité, mais on le considérait comme une plante non comestible et de mauvais augure. Les Grecs, qui l'appelaient *apion*, l'utilisaient dans les cérémonies funèbres. Il paraît avoir été cultivé au début de notre ère par les Latins. Columela s'y réfère: «Après les ides de mai, il ne faut rien mettre sous terre lorsque s'approche l'été, sauf la graine de céleri, qu'il faut néanmoins arroser, car ainsi elle vient très bien.» Paladio la cite aussi, probablement en se basant sur la source précédente. De même, dans le *Capitulaire de Villis* (8e siècle), on fait aussi bien référence à l'*apium* qu'à l'*olisatum*. Pendant toute cette période, la culture du céleri sauvage paraît être prédominante.

Vers le 17e siècle, il apparaît des types de céleri dérivés par sélection pour obtenir une plus grande taille et une plus grande succulence des pétioles (variété *dulce* (Mill.) Gaud.-Beaup.) ou un plus grand développement des feuilles (var. *secalinum* Mill.), clairement différenciés de la plante sauvage. Ces types sont en fait des légumes distincts qui supportent des façons culturales spécifiques. Ainsi, le céleri à feuilles douces («céleri des Italiens») s'adapte bien au blanchiment, ce qui permet d'obtenir un produit plus doux et plus tendre.

La marginalisation ou la désuétude de nombreux légumes utilisés depuis l'Antiquité en Europe peut être associée à une évolution des goûts dans le monde occidental. Des plats riches en épices et piquants, on a évolué vers des plats plus doux, qui respectent la saveur de l'aliment lui-même ou la rehausse. C'est peut-être le cas du céleri par rapport au céleri sauvage. Ce dernier est plus amer, plus piquant et moins tendre que le céleri doux.

Il est significatif à cet égard que les dernières références agronomiques à la culture du céleri sauvage signalent l'introduction de la technique de blanchiment. Elle apparaît ainsi dans les relations de Versailles et de l'abbé Rozier: «... après avoir été blanchies de la même manière que pour le céleri ...»; et Barral et Sagnier, dans leur *Dictionnaire de l'agriculture* (1889), écrivent: «En Turquie, la culture de cette plante est encore en honneur. On consomme la feuille après l'avoir blanchie.» En Amérique du Nord aussi, on utilisait la technique du blanchiment. Il est évident que la plante la plus petite, le céleri, s'était imposée et servait désormais de référence, obligeant à adopter pour le céleri sauvage la même pratique culturale, de toute évidence avec peu de succès.

Pendant que la culture du maceron s'éteint, celle du céleri augmente au contraire ainsi que son importance dans les zones subtropicales et tropicales fraîches d'Amérique latine et d'Extrême-Orient. On utilise principalement des cultivars à grandes feuilles et pétiolés.

La récupération du maceron passerait par la dérivation de matériels végétaux dotés d'une typologie propre, pour des usages spécifiques, et par le développement des techniques agronomiques associées, ce qui paraît très improbable.

SCORSONÈRE (*Scorzonera hispanica*)

Nom botanique: *Scorzonera hispanica* L.
Famille: astéracées
Noms communs. Français: scorsonère; *espagnol:* escorzonera, escorcionera, escurzo, yerba viperina, salsifí negro, salsifí hispá-

nico, churrimana, tetas de vaca; *catalan:* escurçonera; *basque:* sendaposei, astobe-harri; *portugais* et *galicien:* escorcioneira, escorzoneira; *anglais:* scorzonera, black salsify, black oyster plant, viper's grass

Propriétés, utilisations et culture

La scorsonère possède des propriétés diurétiques et dépuratives. La racine est cordiale et sudorifique et entre dans la composition de nombreuses tisanes. Elle est très riche en hydrates de carbone (de 18 à 20 pour cent en poids frais), avec une forte proportion d'inuline et de lévuline, ce qui la rend très appropriée pour le régime des diabétiques. Elle contient également de la conophérine (glucoside), de l'asparagine, de l'arginine, de l'histidine et de la choline.

Dans le haut Aragon, le latex s'ajoute au lait pour soigner le rhume. Les feuilles fraîches, broyées, s'utilisent contre les morsures de vipère et pour calmer la douleur. La racine pelée, fraîche ou bouillie, fait du bien à l'estomac et fortifie le corps.

La scorsonère est considérée comme un contre-poison pour la morsure d'animaux venimeux, raison pour laquelle en espagnol on l'appelle scorsonère, c'est-à-dire herbe contre l'*escuerzo* (crapaud). Le *Dicionario de la lengua española* de la Real Academía Española signale que le nom de scorsonère dérive du latin «racine noire», en raison de la couleur extérieure de celle-ci; en italien aussi, *scorza* signifie «racine» et *nera* «noire». Cependant, comme il est dit dans l'*Epistolarium medicinalium libri quinque* de Mattioli, publié en 1561, c'est la première interprétation qui paraît la bonne.

On estime que la culture de cette plante est récente. Aucun agronome romain ni arabe ne la mentionne. En Espagne, ni les géopones andalous (10-14e siècles) ni les auteurs espagnols du 16e siècle ne s'occupent de sa culture. Il en va de même dans les autres pays. En France, elle n'est pas mentionnée dans le *Capitulaire de Villis* des rois carolingiens, et Oliver de Serres, ministre d'Henri IV, ne la cite pas. C'est à partir du 16e siècle que les botanistes commencent à s'occuper de cette espèce, la décrivant comme sauvage, bien que parfois introduite dans les jardins botaniques. On ne la cite comme plante cultivée qu'un siècle après. Avec le temps, elle arrivera à être à la mode dans certains pays. Ainsi, Louis XIV l'aimait beaucoup.

Bien que la scorsonère fut d'abord peut-être cultivée en Espagne, cette culture n'a jamais été importante dans ce pays. C. et E. Boutelou (1801) font le commentaire suivant: «La scorsonère se sème généralement sur le bord des parterres inoccupés, exploitant utilement les vides avec sa racine savoureuse», ce qui démontre une culture marginale mais non principale.

D'un autre côté, il est curieux que ces mêmes auteurs aient prévu une plus grande importance agricole pour le salsifis blanc que pour la scorsonère, au contraire de ce qui s'est réellement passé. Ainsi, ils écrivaient: «On peut parfois commencer à utiliser les racines de scorsonère la première année après le semis, mais elles sont si fines qu'il n'est pas avantageux de les gaspiller si jeunes. Il leur faut deux ou trois ans parfois pour former leur racine. Le salsifis, qui a le même goût et les mêmes propriétés et se forme en une année doit être préféré à la scorsonère, car il occupe le terrain beaucoup moins de temps et son produit est beaucoup plus abondant.» La principale activité d'amélioration effectuée sur cette culture a permis l'apparition de quelques bons cultivars, avec une plus grande vitesse de croissance et de meilleurs rendements que le salsifis, en culture annuelle.

La partie la plus utilisée de la plante est la racine, charnue et tendre. Une fois pelée, on la coupe en morceaux et on la met dans de l'eau avec du citron pour éviter qu'elle noircisse. Ensuite, on peut la consommer dans une grande diversité de

plats exquis: crue en salade; assaisonnée à la vinaigrette ou avec d'autres sauces; cuite à la vapeur et servie avec une sauce béarnaise ou béchamel, ou avec de la crème entière et du pain grillé; revenue avec du beurre et servie avec du persil ou d'autres herbes; bouillie en garniture de viande; gratinée au fromage; au four, avec de la tomate et de l'agneau rôti ou du porc; frite à l'huile ou au beurre, après une légère cuisson à l'eau et servie avec du citron; avec des œufs brouillés ou en omelette; confite dans le sucre.

On recommande de peler les racines une fois cuites, pour qu'elles ne perdent pas leur saveur.

On peut également consommer les feuilles, surtout les feuilles jeunes une fois bouillies. Les «barbas», feuilles jeunes fraîches et tendres, peuvent se consommer crues. Les bourgeons jeunes s'utilisent à la mode de l'asperge.

Les fleurs s'ajoutent aux salades comme aromatisant; elles ont un arôme qui rappelle le cacao. On utilise pour cela aussi les fleurs d'autres espèces comme *S. mollis* et *S. undulata*. On peut également utiliser les boutons floraux. Il existe des recettes d'omelette de fleurs de scorsonère.

Description botanique

Scorzonera hispanica est une plante vivace à longue racine pivotante, cassante, extérieurement noirâtre et blanche à l'intérieur, laiteuse, et qui chaque année grandit. Les tiges sont solitaires ou peu nombreuses, habituellement ramifiées à la partie supérieure, entre 30 et 120 cm. Les feuilles sont larges, longues et charnues, spatulées. Les capitules à fleurs jaunes se trouvent à l'extrémité des tiges. La floraison a lieu au printemps et en été (d'avril à juin).

La multiplication se fait par semences. Les akènes, de 10 à 20 mm de longueur sont cylindriques, blanchâtres et rugueux, avec aigrette à plusieurs rangées de poils. 75-90 graines pèsent 1 g. Un litre de graines pèse environ 580 g. En conditions de conservation ordinaires, elles maintiennent un pouvoir germinatif élevé pendant deux ou trois ans.

La plante est diploïde, $2n = 14$. Dans la variété *crispatula*, on a détecté quelques poliploïdes, $2n = 4x = 28$.

Ecologie et phytogéographie

La scorsonère vit dans les pâturages secs, les zones rocailleuses et les maquis, les sols calcaires ou marneux des zones tempérées.

Elle est distribuée dans le centre et le sud de l'Europe et le sud de la CEI, mais elle manque en Sicile et en Grèce ainsi que dans le nord-ouest de l'Afrique et le sud-ouest de l'Asie. Elle est probablement originaire de la région méditerranéenne et autochtone en Espagne.

Cette plante est peu cultivée en dehors de l'Europe. La majeure partie de la culture s'effectue dans les jardins d'amateurs; elle n'est cultivée dans les jardins professionnels qu'à très petite échelle. Certaines estimations signalent que cette culture n'occupe que quelques dizaines d'hectares. Les pays où la superficie cultivée en scorsonère est la plus grande sont la Belgique, la Pologne et les membres de la CEI.

Actuellement, sa culture est pratiquement inconnue en Espagne. Bien qu'elle soit sujette au Règlement technique de contrôle et de simplification des graines et plantes agricoles, il n'y a pas de constance de commercialisation de la graine en Espagne, ces dernières années.

Diversité génétique

Le genre moderne *Scorzonera*, très proche de *Tragopogon*, ne comprend trois sections qu'en Europe (*Podospermum*, *Scorzonera* et *Lasiospora*), avec environ 28 espèces. La majorité d'entre elles sont des plantes pérennes diploïdes avec $2n = 2x = 14$. Il existe aussi des cytotypes avec $2n = 2x = 12$, $x = 6$ étant dérivé du type antérieur par transfert.

En Espagne, il apparaît environ 13 espèces. La

majorité d'entre elles préfèrent des sols secs. C'est le cas de *S. angustifolia* L., *S. transtagana* Coutinho, *S. hirsuta* L., *S. crispatula* (Boiss.) Boiss. et *S. brevicaulis* Vahl.; *S. parviflora* Jacq. se rencontre de préférence sur les sols salins; *S. laciniata* L. dans les sols basiques; *S. aristata* Ramond ex DC est calcicole et ne se trouve que dans les prés et autres endroits herbeux des Pyrénées, des Alpes et des Apennins; *S. fistulosa* Brot. del W. pousse au Portugal et dans le sud-ouest de l'Espagne; *S. humilis* L., la scorsonère naine, vit dans une grande partie de l'Europe, tandis que *S. baetica* (Boiss.) Boiss., *S. albicans* Cosson et *S. reverchonii* Deveaux ex Hervier ne se rencontrent que dans le sud de l'Espagne.

La scorsonère (*S. hispanica* L.) est extrêmement variable, surtout en ce qui concerne la forme de la feuille. On reconnaît les variétés botaniques *crispatula* Boiss. (*S. crispatula* (Boiss.) Boiss.), très étendue, et *pinnatifida* (Rouy) Díaz de la Guardia & Blanca, relativement rare; elles sont distinguables fondamentalement par leur morphologie foliaire.

Il existe déjà de nombreux cultivars commerciaux, généralement des populations à pollinisation ouverte:

- Gigante de Rusia, à racine régulière, cylindrique, très longue, lisse et à peau très noire. Il en dérive diverses sélections comme Gigante negra de Rusia, Gigante anual, Annual Giant Bomba, Russisk Kaempe, etc.
- Lange Jan, de bonne qualité.
- Elite Stamm, productive, stable, à haut rendement en racines de calibre supérieur.
- Schwarze Pfahl, similaire à Elite Stamm.
- Pronora, à racines bien formées, à peau lisse, présentant une bonne couleur et une bonne saveur une fois mise en boîte. Elle convient particulièrement bien à la transformation industrielle.
- Vulcan, Duplex et Pilotis, qui conviennent pour l'industrie des surgelés.
- D'autres bons cultivars sont Hoffman 83, Flandria, Nero, Duro, Habil, etc.

Il existe des collections de races locales et de vieux cultivars dans la Rijksstation voor Plantenveredeling de Merelbeke (Belgique) et dans la Nordic Gene Bank d'Alnarp (Suède), ainsi qu'à l'Institut Vavilov de plantes industrielles de Saint-Pétersbourg.

Pratiques culturales

La scorsonère est un légume qui résiste bien à la sécheresse lorsque la plante est déjà développée. Elle a des exigences culturales analogues à celles du salsifis blanc. Il s'agit d'un légume typiquement hivernal qui, bien qu'il soit pérenne, se cultive comme annuel.

On pratique habituellement le semis direct au début du printemps, dans des sillons peu profonds, avec des dimensions de 25 à 35 cm × 12 à 15 cm. Il faut faire attention aux oiseaux, qui aiment beaucoup ses graines. Il faut environ 12 kg par hectare de semence. La scorsonère exige des terrains profonds, frais et souples, riches en matières organiques décomposées et libres de pierres ou de gravats qui produisent des déformations dans les racines. Comme amendement de fond, on conseille 30 tonnes par hectare de fumier décomposé, 50 unités d'azote, 100 unités de P_2O_5 et 200-250 unités de K_2O.

Il faut soigner les premiers arrosages et sarclages, qui peuvent se contrôler chimiquement aussi bien en préémergence qu'en postémergence avec du CIPC. La plante préfère les terrains ensoleillés et la présence d'azote facilement assimilable, et l'on peut administrer en couverture un complément de 50 unités supplémentaires.

La récolte se fait de novembre à mars, et elle est peut-être plus délicate que celle du salsifis blanc, puisque les racines sont plus fragiles; elle exige l'ouverture de sillons d'environ 40 cm, parallèlement aux rangées de racines. La conservation est bonne, aussi bien sur le terrain de culture lui-

même qu'en chambres frigorifiques entre 0 et −1 °C, où elle peut durer deux ou trois mois, ou surgelée, avec une légère transformation industrielle pour nettoyer, peler, couper et ébouillanter pour éviter les oxydations.

On a obtenu des rendements d'environ 20 à 30 tonnes par hectare.

Les maladies les plus importantes sont les mycoses, la rouille blanche et l'oïdiopsis, ainsi que la strangulation et les crevasses de la racine; l'étiologie est inconnue.

Perspectives d'amélioration

Bien que l'on estime que ce légume soit très peu cultivé en Espagne, faute d'introduction dans la cuisine ibérique, il faut reconnaître qu'il existe encore de graves problèmes de culture.

La scorsonère est plus productive que le salsifis et sa culture est plus fréquente, mais les deux cultures ont de nombreux problèmes en commun:

- cycle de culture prolongé, avec un temps d'occupation du terrain excessivement long;
- susceptibilité à la montée, y compris la première année de culture, qui, bien qu'elle ne creuse pas la racine et ne compromette pas sa qualité, affecte le rendement, obligeant à effectuer des coupes systématiques des tiges florales;
- mauvaise conservation de la graine;
- germination lente et nécessité d'un niveau d'humidité constant;
- récolte très laborieuse puisqu'il faut ouvrir des tranchées profondes, les racines étant très longues et fragiles;
- haute teneur en nitrates.

Quelques-uns de ces problèmes ont déjà été abordés et sont en voie de résolution. Ainsi, Schwarze Pfahl est plus résistante à la montée qu'Elite Stamm. Einjährige Riesen est particulièrement résistante à la montée et produit un faible pourcentage de racines comportant des cavités, mais elle n'atteint pas les rendements des précédentes. Comme il existe une diversité génétique pour ce caractère à l'intérieur des cultivars commerciaux, on peut espérer un progrès rapide de l'amélioration.

En Belgique, on sélectionne actuellement un matériel qui convient particulièrement au semis et à la récolte mécanique. Parmi les cultivars essayés, Lange Jan, Hoffman 83 et Flandria sont ceux qui ont apporté les meilleures qualités du produit.

En Pologne, on travaille actuellement au développement de cultivars adaptés à la transformation industrielle, aussi bien à la mise en conserve qu'à la surgélation. Certains cultivars montrent déjà un bon comportement.

Dans la mesure où ces objectifs d'amélioration vont être atteints, on peut espérer que la scorsonère acquerra une plus grande importance économique. Il ne faut pas oublier que c'est un légume à la saveur très délicate; elle possède une composition en glucides riche en inuline, très différente des autres tubercules et racines riches en hydrates de carbone, comme la pomme de terre qui présente une forte teneur en amidon. Cette propriété peut être un motif d'augmentation de la demande et de la cote.

SCOLYMUS (*Scolymus maculatus*)

Nom botanique: *Scolymus maculatus* L.
Famille: astéracées = composées
Noms communs. Espagnol: tagarnina, diente de perro; *portugais:* escólimomalhado; *anglais:* potted golden thistle.

Origine du nom et propriétés

La dénomination générique est dérivée du mot grec *skolos*, qui signifie épines, caractère qu'elle partage avec de nombreuses composées. Sous le nom de *skolymos*, on connaissait dans la Grèce antique un chardon à racine comestible. A ce

groupe de plantes on attribue des propriétés diurétiques et antisudorifiques.

Les *scolymus* ont été cultivés occasionnellement, mais on a généralement utilisé la plante sauvage, en se limitant à la simple récolte des feuilles au printemps. Actuellement, la culture est très réduite, et elle a tendance à disparaître.

Cervantes paraissait ne pas donner de grande valeur à cette plante: «Je n'ai pas l'estomac fait pour le *scolymus*, ni pour les piruétanes, ni pour les racines des montagnes». Cependant, les parties charnues des feuilles jeunes, comme celles du salsifis d'Espagne, constituent un légume délicieux, que l'on peut utiliser en soupe, ragoût, potage, avec des œufs brouillés ou en accompagnement de viande. Grâtinées au four, c'est un plat exquis.

Description botanique

Scolymus maculatus est une plante annuelle, glabrescente à latex. Les tiges, de 20 à 130 cm, sont largement ailées, irrégulièrement dentées et épineuses. Les feuilles, bractées et ailes des tiges ont un bord cartilagineux, blanc, continu. Les feuilles basales sont oblongues-lancéolées, douces, pinnatifides, avec peu d'épines. Les feuilles caulinaires pinnatifides sont sinueuses, plus ou moins ovales, épineuses. Les bractées sont hivolucres, lancéolées, au nombre de plus de cinq. Les capitules sont jaune doré, solitaires ou en bouquets de deux à quatre; la floraison a lieu de mai à juin. Les akènes, de 3 à 4 mm, n'ont pas d'aigrette. $2n = 2x = 20$.

S. maculatus se multiplie par semence. Il présente un comportement orthodoxe à la conservation, le pouvoir germinatif se maintenant pendant longtemps. Les phénomènes de dormance sont peu accusés.

Ecologie et phytogéographie

S. maculatus se rencontre dans les terrains incultes, les champs abandonnés, les fossés, les sentiers et les bords de chemin. Il préfère les terrains argileux et les climats tempérés.

Il est distribué dans le sud de l'Europe, le sud-est de l'Asie, le nord de l'Afrique et la Macaronésie. C'est une plante native de la région méditerranéenne. En Espagne, elle pousse sur tout le territoire, y compris les îles Canaries.

On la cultive occasionnellement dans certaines régions du Maghreb, du sud de l'Italie et de la Grèce. En Espagne, la culture a pratiquement disparu.

Diversité génétique

Le genre *Scolymus* L. présente deux autres espèces méditerranéennes avec un type d'utilisation analogue à celui du *scolymus*: le pissenlit (*S. hispanicus* L.), avec une vaste distribution méditerranéenne et *S. grandiflorus* Desf., avec une distribution plus restreinte à la Méditerranée orientale. Il s'agit d'espèces très proches, qui diffèrent par leur marge des feuilles, les ailes de la tige et les bractées involucrales, entre autres caractères. A la différence des *scolymus*, ces pissenlits sont biennaux ou pérennes.

On observe une grande variabilité morphologique, mais il n'existe pas de collections de matériel connues.

Pratiques culturales

S. maculatus est une plante très rustique qui préfère les terrains argileux, bien qu'elle pousse spontanément dans une grande diversité d'environnements. Elle est tolérante au froid et à la sécheresse.

Le mode de culture est semblable à celui du salsifis d'Espagne, bien que celui-ci prospère mieux dans des terrains plus souples. Le semis s'effectue directement lorsque la terre s'y prête à la fin de l'hiver, dans des sillons séparés de 30 cm. Après éclaircissement, on laisse une séparation de 30 cm entre les plantes. Il est préférable d'appliquer au préalable un amendement organi-

que. Les façons culturales habituelles sont très simples et se limitent à éliminer les mauvaises herbes.

Avec des températures chaudes, la croissance de la plante est très rapide; la rosette basale se forme vite, et c'est à ce moment-là qu'il faut récolter les feuilles.

Perspectives d'amélioration

Les *scolymus*, comme les pissenlits, sont des légumes pratiquement inconnus sur le marché. Ils sont néanmoins appréciés dans de nombreuses provinces espagnoles pour leur saveur caractéristique très agréable. Comme dans le cas de tant d'autres cultures, leur résurgence devra être associée à un système de commercialisation qui génère une demande. Cela implique des campagnes de publicité, des normes d'utilisation, des recettes de plats traditionnels, etc., outre un produit de qualité suffisante présent sur le marché. Il faudrait offrir les feuilles charnues pelées et propres, dûment emballées.

Du point de vue de l'amélioration, l'un des problèmes les plus graves du *scolymus* est sa facilité à monter, favorisée par les conditions printanières de longueur du jour et d'élévation des températures. La sélection ou la résistance à ce processus augmenterait la période de culture et permettrait d'améliorer les rendements de la rosette basale. L'épiniscence générale de la plante constitue un autre problème.

Il ne fait pas de doute que le travail le plus urgent consiste à réaliser des expéditions de collecte dans le bassin méditerranéen, Maghreb inclus, et à caractériser ces matériels, comme point de départ pour l'amélioration. Il est aujourd'hui déjà très difficile de trouver les cultigènes traditionnels.

Cette problématique ne se limite pas au *scolymus* et au pissenlit, ni même au genre, mais s'étend à beaucoup d'autres composées. Par exemple, la tribu *Cardueae* contient 80 genres et plus de 2 650 espèces, dont 227 vivent en Espagne et 150 sont endémiques dans le pays. Beaucoup de ces plantes ont une valeur agricole et ont été occasionnellement cultivées. Dans la majorité des cas, la culture est en régression. La récupération de ces ressources génétiques, la caractérisation des matériels et le lancement de programmes d'amélioration pourraient contribuer à la diversification aussi bien de la production que de l'offre, permettant de rendre l'agriculture espagnole plus concurrentielle.

SALSIFIS D'ESPAGNE (*Scolymus hispanicus*)

Nom botanique: *Scolymus hispanicus* L.
Famille: astéracées = composées
Noms communs. Français: salsifis d'Espagne; *espagnol:* cardillo, cardillo de comer, cardillo de olla, cardillo bravío, cardo lechar, cardón lechar, cardón lechal, lechocino, cardo zafranero; *catalan:* cardet, cardelina; *basque:* kardaberaiakca; *portugais:* cardo de ouro, cangarinha; *anglais:* Spanish oyster plant, common golden thistle, Spanish salsify

Propriétés et utilisations

On a reconnu au salsifis d'Espagne des propriétés antisudorifiques et diurétiques. Les Grecs connaissaient cette plante, et elle est citée par Théophraste. Pline y fait référence et la considère comme antitranspirante. Elle est cependant à peine citée par les agronomes andalous. Selon le traducteur de l'anonyme hispano-arabe des 11e et 12e siècles, le *silyan* et l'*'adaliq*, plantes épineuses que l'on cueille parmi les légumes sauvages, sont précisément les salsifis d'Espagne *Scolymus hispanicus*.

Bien que l'on ait effectué une culture occasionnelle, celle-ci est actuellement en net recul. La majeure partie du salsifis d'Espagne que l'on

consomme provient de la simple collecte de la plante sauvage.

Diverses parties de la plante présentent une saveur assez délicate. Les jeunes feuilles basales se consomment comme légume, bouillies, en salade, soupe, potage, omelette, etc. La partie la plus agréable de la feuille est la nervure centrale, partie charnue blanche que l'on obtient en pelant la feuille, avec un mouvement de grattage à la main, de la base au sommet, tandis que l'autre main maintient la base. Les tiges jeunes ont une utilisation similaire. Font Quer (1990) signalait que l'on appréciait cette plante dans presque toutes les provinces de l'Espagne: «On en fait grand usage dans le pot-au-feu au printemps.» Au 16[e] siècle, à Salamanque, on avait coutume de manger les plantes jeunes avec la racine, une fois lavées, aussi bien crues qu'en ragoût avec de la viande. Dans beaucoup d'autres régions, on consomme également les racines, crues ou bouillies. En soupe, les racines se préparent avec du lait, du beurre et de la farine.

Description botanique

Scolymus hispanicus est une herbe biennale ou pérenne, érigée, pourvue de latex, très épineuse. Les tiges, de 5 à 250 cm, sont ramifiées à la partie supérieure, avec des ailes épineuses et dentelées interrompues. Les feuilles basales sont oblongues lancéolées, douces, pinnatisectes; elles ont peu d'épines et des pétioles longs. Les feuilles caulinaires sont rigides, coriaces, épineuses. Les capitules possèdent de une à trois feuilles involucrantes, jaune doré, d'environ 3 cm de longueur, en disposition latérale ou terminale, entourées d'un involucre de bractées épineuses. Les akènes mesurent de 2 à 3 mm. L'aigrette est dotée d'une couronne courte. La plante fleurit de mai à juillet.

S. hispanicus se multiplie par semences, présente un bon pouvoir germinatif pendant plusieurs années et ne montre pas de phénomène accusé de dormance. La plante est diploïde, $2n = 2x = 20$.

Ecologie et phytogéographie

Cette plante se rencontre dans les friches, les terres incultes, les décharges et les fossés. Elle est plus fréquente dans les lieux sableux des zones tempérées.

Distribuée dans le sud de l'Europe et le nord de l'Afrique, elle arrive au nord-ouest de la France. Vavilov situe son origine dans la région méditerranéenne. En Espagne, elle pousse à l'état sauvage dans la plus grande partie du pays, mais elle fuit les hautes montagnes et elle est moins fréquente dans le nord. On la rencontre également dans les îles Canaries.

On la cultive occasionnellement dans les pays méditerranéens comme l'Espagne, la Grèce et ceux du Maghreb. Elle est pratiquement inconnue aux Etats-Unis.

Diversité génétique

Il existe une variabilité notable des caractères morphologiques, comme la pilosité, la morphologie des feuilles et des bractées involucrales, les écailles en réceptacles, l'épinosité, etc.

Il n'existe pas de cultivars définis; il est possible d'obtenir quelques cultigènes, mais il existe un grave risque de perte de ces matériels.

Aucune activité significative de collecte et de conservation des ressources génétiques de cette espèce n'a été effectuée.

Pratiques culturales

S. hispanicus est une plante très rustique, qui résiste au froid, et prospère dans toutes sortes de terrains, même si elle préfère les sols à texture légère et riches en matières organiques. La culture exige très peu de soins.

Le semis s'effectue en direct à la fin de l'hiver ou au printemps. Il convient d'utiliser un terrain léger bien drainé, auquel on a incorporé du fu-

mier. On peut semer en sillons, avec un espacement de 30 cm entre les sillons et en laissant, après l'éclaircissement, un écart de 30 cm entre les plants.

Les pousses blanches, tendres, peuvent être arrachées lorsqu'elles atteignent environ 20 cm de hauteur. Les nervures des feuilles exigent une bonne formation de la rosette de la base. Les racines sont habituellement récoltées jusqu'à la fin de l'automne et pendant l'hiver. Si la plante est laissée en place pour l'année suivante, elle monte en développant une tige robuste, et les fleurs basales perdent leurs qualités en durcissant. Aussi, bien que la plante puisse se conserver plusieurs années, il convient de la cultiver comme une plante annuelle. Elle ne présente pas de problèmes phytopathologiques graves.

Perspectives d'amélioration

La forte épinosité du salsifis d'espagne, surtout des feuilles caulinaires, qui présentent des épines grandes et dures, est un grave inconvénient pour son utilisation, et c'est un motif pour dissuader de le cultiver. La sélection de formes moins épineuses faciliterait la manipulation de la plante.

Pour la partie la plus exploitée – les nervures des feuilles –, il faudra sélectionner des formes à nervures épaisses, tendres et juteuses. Il est indispensable de réaliser de vastes collections de matériels, surtout pour les cultigènes anciens que l'on peut encore récupérer, afin de les caractériser et de les sélectionner. Les régions qui présentent le plus d'intérêt sont le Maghreb, le sud de la Grèce et les régions espagnoles non horticoles.

Si l'on veut utiliser les racines, il convient de faire la récolte jusqu'à la fin de l'hiver. La résistance à la montée pourra améliorer le rendement en racines, en favorisant leur croissance rapide à l'arrivée des temps chauds.

Bibliographie

Adachi, T. & Osei-Kofi, F. 1984. Intraspecific and intergeneric fusion of protoplasts among some species of *Nicotiana* and *Portulaca*. *Bull. Fac. Agric. Miyazaki Univ.* 31(1): 11-19.

Alonso de Herrera, G. 1513, éd. 1981. *Agricultura general*. E. Terrón, éd., Madrid, Ministère de l'agriculture.

Bettencourt, E. & Perret, P.M. 1986. *Directory of European institutions holding crop genetic resources collections*, 3e éd. Rome, PNUD/CIRP.

Boutelou, C. & Boutelou, E. 1801. *Tratado de la huerta*. Madrid, Imprenta Villalpando.

Candolle, A. de. 1883. *Origine des plantes cultivées*. 10e éd. Paris, Baillière.

Cobo, B. 1662, éd. 1953. *Historia del Nuevo Mundo*. Madrid, Editorial Atlas.

Columela, L.J.M. 1824. *Los doce libros de agricultura (AD 42)*. Madrid, Imprenta Miguel de Burgos.

Columela, L.J.M. 1988. *De los trabajos de campo (siglo I)*. A. Holgado Redondo, éd. Madrid, Siglo XXI de España Editores.

Cotrina, F. 1989. *Cultivo de la borraja*. Informe del SEA de la Diputación General de Aragón. (Inédit)

Crecini, F. 1952. *Piante erbacee di grande coltura*, 3e éd. Rome, Ramo Editoriale degli Agricoltori.

Dayal, N. 1987. Towards synthesis of x Raphanoeruca. *Cruciferae Newsl.*, 12: 7.

Díaz de la Guardia, C. & Blanca, G. 1987. Karyology of the *Scorzonera* (Compositae) species from the Iberian Peninsula. *Plant systematic and evolution*. 156(1-2): 29-42.

Fahleson, J., Rahlen, L. & Glimelius, K. 1988. Analysis of plants regenerated from protoplast fusions between *Brassica napus* and *Eruca sativa*. *Theor. Appl. Genet.*, 76(4): 507-512.

FAO. 1983. Development of erucic acid and glucosinolate-free crucifers in Pakistan. *In* J.C. Holmes, W.M. Tahir, éds. *More food from better technology*. Rome.

Faulkner, G.J. & Jackson, J.C. 1984. Experi-

mental seed production. Avonresister parsnip. *Annu. Rep. Nat. Vegetable Res. Sta. Wellesbourne*, 1983: 60-61.

Fernández de Gorostiza, M. 1991. Control y certificación de semillas de plantas hortícolas. *In* F. Nuez, L. Rallo, éds. *La horticultura española en la Comunidad Europea*. Reus, Espagne, SECH Eds de Horticultura.

Font Quer, P. 1990. *Plantas medicinales*, 12[e] éd. Barcelone, Espagne, Editorial Labor, S.A.

Gálvez, C. & Hernández Bermejo, J.E. 1986. Fundamentos para la domesticación de especies silvestres ibéricas de carduáceas con interés potencial agrícola. *Actas del II Congreso Nacional de la SECH*, 2: 1173-1182.

Genders, R. 1988. *Plantas silvestres comestibles*. Barcelone, Espagne, Editorial Blume.

Gil, J. & Varela, C. 1984. *Carta de particulares a Colón y relaciones coetáneas*. Madrid, Alianza Editorial.

Girenko, M.M. 1980. Collection of minor species of vegetable crops as breeding material. *Byulleten' Vsesoyuznogo Ordena Lenina i Ordena Druzhby Narodov Institute Rastenievodstva Imeni N.I. Vavilova*, 101: 14-18. (*Plant Breeding Abstr.*, 1982: 7104)

Gouvernement espagnol. 1987. *Anuario de Estadística Agraria*. Madrid, Ministère de l'agriculture, des pêches et de l'alimentation.

Gupta, A.K. & Dubey, M.M. 1988. Field reaction of taramira germplasm to *Fusarium* wilt. *Indian J. Mycol. Plant Pathol.*, 17(1): 74.

Hammer, K. & Sabir, A.A. 1987. Collecting in Iraq. *Plant Genet. Resour. Newsl.* 70: 44.

Herrera, A. 1539, éd. 1968. *Agricultura general*, 2[e] éd. Madrid, Ministère de l'agriculture, 1968.

Ibn al-Awwam. 1988. *Libro de agricultura (siglo XII)*. Traduit et annoté par J.A. Banqueri, 2 vols. Madrid, Ministère de l'agriculture, des pêches et de l'alimentation.

Ibn al-Baytar. 1991. *Traité des simples (siglo XIII)*. Traduction de L. Leclerc, 3 vols. Paris, Institut du monde arabe.

Ibn Bassal. 1955. *Libro de agricultura (siglo XI)*. Edité, traduit et annoté par J.M. Millas Vallicrosa et M. Aziman. Tétouan, Maroc, Institut Muley El-Hasan.

Ibn Luyun. 1988. *Tratado de agricultura (siglo XIV)*. Traduit et annoté par J. Eguaras Ibáñez. Granade, Espagne, Patronato de la Alhambra y Generalife.

Isidoro de Sevilla. 1982. *Etimologías* (siglo VI). Texte latin, traduction espagnole et notes de J. Oroz Reta et M. Marcos Caspuero, 2 vols. Madrid, BAC.

Jackson, W.M., éd. *Diccionario enciclopédico hispano-americano*, 28 vols. Boston/Londres, C.H. Simmonds Company

Kumar, P.R. & Kumar, P. 1989. Genetic improvement of rapeseed-mustard, achievements, critical gaps and future priorities. *J. Oilseeds Res.*, 6(2): 211-219.

Kumar, D. & Yadav, I.S. 1986. Genetics of yield and its components in taramira. *Indian J. Agric. Sci.*, 56(3): 167-170.

Laumonnier, R. 1963. *Cultures maraîchères II*. 2[e] éd. Paris, Baillière.

López & López, A. 1990. *Kitab fi tartib Awqat al Girasa Wa-L-Magrusat. Un tratado agrícola andalusí anónimo*. Grenade, Espagne, CSIC.

Maroto, V. 1983. *Horticultura herbácea especial*. Madrid, Ed. Mundi Prensa.

Mathon, C. Ch. 1986. Potagères autrefois répandues et aujourd'hui disparues. Suggestions pour une typologie. In *Bureau des ressources génétiques. La diversité des plantes légumières* (Angers, 17-19 octobre 1985). Paris, Lavoisier.

Matsuzawa, Y. & Sarashima, M. 1986. Intergenetic hybridization of *Eruca*, *Brassica* and *Raphanus*. *Cruciferae Newsl.*, 11: 17.

Nikitina, A.Y. 1980. Promising cress varieties for the fagestan ASSR. *Byulleten' Vsesoyuznogo Ordena Lenina i Ordena Druzhby Naro-*

dov Institute Rastenievodstva Imeni N.I. Vavilova, 101: 71-75. (*Plant Breeding Abstr.*, 1982: 7107.)

Oguro, H., Hinata, K., Samejina, M., Sugiyama, T. & Tsunoda, S. 1988. Photosynthetic characteristics of the reciprocal interspecific hybrids and their progenies between *Atriplex triangularis* (C_3) and *A. rosea* (C_4). *Japanese J. Breeding*, 38(1): 53-64.

Plucinska, M. 1981. Investigation of black salsify varieties with regard to yield, quality and suitability for canning and freezing. *Biuletyn Warzywniczy*, 25: 311-335. (*Plant Breeding Abstr.*, 4009).

Prabhakar, M. & Ramayya, N. 1988. Chemotaxonomy of the genus *Portulaca* L. protein and non-protein free amino acids of leaf. *Indian J. Bot.*, 11(1): 51-58.

Quer, J. 1762-1764. *Flora española o historia de las plantas que se crían en España*, 4 vols. Madrid, Ibarra.

Quinn, J., Simon, J.E. & Janick, J. 1989. Histology of zygotic and somatic embryogenesis in borage. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.*, 114(3): 516-520.

Rivera Núñez, D. & Obón de Castro, C. 1991. *La guía de las plantas útiles y venenosas de la Península Ibérica y Baleares*. Madrid, INCAFO.

Rohilla, H.R., Singh, H., Kalra, V.K. & Kharub, S.S. 1987. Losses caused by mustard aphid, *Lipaphis erysimi* (Kalt.), in different *Brassica* genotipes. In *7th Int. Rapeseed Congr.*, Poznán.

Seehuber, R. & Dambroth, M. 1984. Die Potentiale zur Erzeugung von Industrie Grundstoffen aus heimischen Ölpflanzen und die Perspektiven für ihre Nutzbarmachung. *Landbauforschung Völkenrode*, 34(3): 174-182.

Sikdar, S.R., Chatterjee, G., Das, S. & Sen, S.K. 1990. «Erussica» the intergeneric fertile somatic hybrid developed through protoplast fusion between *Eruca sativa* Lam. and *Brassica juncea* (L.) Czern. *Theoret. Appl. Genet.*, 79(4): 561-567.

Simmonds, N.W., éd. 1976. *Evolution of crop plants*. Londres/New York, Longman.

Sodani, S.N., Sastry, E.V.D. & Nehra, M.R. 1990. Divergence analysis in taramira (*Eruca sativa* Mill.) *Indian J. Genet. Plant Breeding*, 50(1): 9-12.

Tindall, H.D. & Williams, J.T., éds. 1977. *Tropical vegetables and their genetic resources*. Rome, CIRP.

Toll, J. & van Sloten, D.H. 1982. *Directory of germplasm collections. 4. Vegetables*. Rome, CIRP.

Tutin, T.G., éd. 1967. *The Flora Europaea Organization*. Vol. II. Londres, Linnean Society of London.

Valdés, B., Talavera, S. & Fernández-Galiano, E., éds. 1987. *Flora vascular de Andalucía occidental*. Barcelone, Espagne, Ketres Editora.

Vavilov, N.I. 1951. *The origin, variation, immunity and breeding of cultivated plants*. New York, Ronald Press.

Verma, S.C. 1984. Genic male sterility in *Eruca sativa* Cruciferae, plant cell incompatibility. *Newsl.*, 19: 74-78.

Volodars'ka, A.T. 1986. Breeding evaluation of a salad cress collection. *Ovochivnitsvo i Bashtannitovo*, 31: 43-45. (*Plant Breeding Abstr.*, 1987: 10277)

Yadav, I.S. & Yadava, T.P. 1987. Identification of parents for hybridization through combining ability analysis in taramira under rainfed conditions. *J. Oilseed Res.*, 4(1): 82-88.

Yamagishi, H., Yui, S. & Yoshikawa, H. 1986. Genetic resources of cruciferous crops collected in Nepal by IBPGR. *Cruciferae Newsl.*, 11: 7.

Zeven, A.C. & Zhukovsky, P.M. 1975. *Dictionary of cultivated plants and their centers of diversity*. Wageningen, Pays-Bas, Pudoc.

Index taxonomique



WHERE TO PURCHASE FAO PUBLICATIONS LOCALLY
POINTS DE VENTE DES PUBLICATIONS DE LA FAO
PUNTOS DE VENTA DE PUBLICACIONES DE LA FAO

1/8/94

• ANGOLA
Empresa Nacional do Disco e de Publicações, ENDIPU-U.E.E.
Rua Cirilo da Conceição Silva, Nº 7
C.P. Nº 1314-C
Luanda

• ARGENTINA
Librería Agropecuaria
Pasteur 743
1028 Buenos Aires
Oficina del Libro Internacional
Alberti 40
1082 Buenos Aires

• AUSTRALIA
Hunter Publications
P.O. Box 404
Abbotsford, Vic. 3067

• AUSTRIA
Gerold Buch & Co.
Weihburggasse 26
1010 Vienna

• BANGLADESH
Association of Development Agencies in Bangladesh
House Nº 1/3, Block F, Lalmatia
Dhaka 1207

• BELGIQUE
M.J. De Lannoy
202, avenue du Roi
1060 Bruxelles, CCP 000-0808993-13

• BOLIVIA
Los Amigos del Libro
Perú 3712, Casilla 450, Cochabamba
Mercado 1315, La Paz

• BOTSWANA
Botsalo Books (Pty) Ltd
P.O. Box 1532
Gaborone

• BRAZIL
Fundação Getúlio Vargas
Praia do Botafogo 190, C.P. 9052
Rio de Janeiro

CANADA (See North America)

• CHILE
Librería - Oficina Regional FAO
Avda. Santa Maria 6700
Casilla 10095, Santiago
Tel. 218 53 23 - Fax 218 25 47
Universitaria Textolibros Ltda.
Avda. L. Bernardo O'Higgins 1050, Santiago

• CHINA
China National Publications Import & Export Corporation
P.O. Box 88
100704 Beijing

• COLOMBIA
Banco Ganadero
Revista Carta Ganadera
Carrera 9ª Nº 72-21, Piso 5, Bogotá D.E.
Tel. 217 0100

• CONGO
Office national des librairies populaires
B.P. 577
Brazzaville

• COSTA RICA
Librería, Imprenta y Litografía Lehmann S.A.
Apartado 10011
San José

• CUBA
Ediciones Cubanas, Empresa de Comercio Exterior de Publicaciones
Obispo 461, Apartado 605
La Habana

• CYPRUS
MAM
P.O. Box 1722
Nicosia

• CZECH REPUBLIC
Artia
Ve Smeckach 30, P.O. Box 790
11127 Praha 1
Artia Pegas Press Ltd
Import of Periodicals
Palác Metro, P.O. Box 825
Národni 25, 11121 Praha 1

• DENMARK
Munksgaard, Book and Subscription Service
P.O. Box 2148
DK 1016 Copenhagen K.
Tel. 4533128570
Fax 4533129387

• ECUADOR
Libri Mundi, Libreria Internacional
Juan León Mera 851
Apartado Postal 3029
Quito

• EGYPT
The Middle East Observer
41 Sherif Street
Cairo

• ESPAÑA
Mundi Prensa Libros S.A.
Castelló 37
28001 Madrid
Tel. 431 3399
Fax 575 3998
Librería Agrícola
Fernando VI 2
28004 Madrid
Librería Internacional AEDOS
Consejo de Ciento 391
08009 Barcelona
Tel. 301 8615
Fax 317 0141
Llibreria de la Generalitat de Catalunya
Rambla dels Estudis, 118 (Palau Moja)
08002 Barcelona
Tel. (93) 302 6462
Fax (93) 302 1299

• FINLAND
Akateeminen Kirjakauppa
P.O. Box 218
SF-00381 Helsinki

• FRANCE
La Maison Rustique
Flammarion 4
26, rue Jacob
75006 Paris
Lavoisier
14, rue de Provigny
94236 Cachan Cedex
Librairie de l'Unesco
7, place de Fontenoy
75700 Paris
Editions A. Pedone
13, rue Soufflot
75005 Paris
Librairie du Commerce International
24, boulevard de l'Hôpital
75005 Paris

• GERMANY
Alexander Horn Internationale Buchhandlung
Kirchgasse 22, Postfach 3340
D-65185 Wiesbaden
Uno Verlag
Poppelsdorfer Allee 55
D-53115 Bonn 1
S. Toeche-Mittler GmbH
Versandbuchhandlung
Hindenburgstrasse 33
D-64295 Darmstadt

• GHANA
SEDCO Publishing Ltd
Sedco House, Tabon Street
Off Ring Road Central, North Ridge
P.O. Box 2051
Accra

• GREECE
G.C. Eleftheroudakis S.A.
4 Nikis Street
10563 Athens
John Mihalopoulos & Son S.A.
75 Hermou Street, P.O. Box 10073
75110 Thessaloniki

• GUYANA
Guyana National Trading Corporation Ltd
45-47 Water Street, P.O. Box 308
Georgetown

• HAÏTI
Librairie "A la Caravelle"
26, rue Bonne Foi, B.P. 111
Port-au-Prince

• HONDURAS
Escuela Agrícola Panamericana, Librería RTAC
Zamorano, Apartado 93
Tegucigalpa
Oficina de la Escuela Agrícola Panamericana en Tegucigalpa
Blvd. Morazán, Apts. Glapson - Apartado 93
Tegucigalpa

• HONG KONG
Swindon Book Co.
13-15 Lock Road
Kowloon

• HUNGARY
Librotrade Kft.
P.O. Box 126
H-1656 Budapestkjavik

• INDIA
EWP Affiliated East-West Press PVT, Ltd
G-I/16, Ansari Road, Darya Gany
New Delhi 110 002
Oxford Book and Stationery Co.
Scindia House, New Delhi 110 001;
17 Park Street, Calcutta 700 016
Oxford Subscription Agency
Institute for Development Education
1 Anasuya Ave., Kilpauk, Madras 600 010

• IRAN
The FAO Bureau, International and Regional Specialized Organizations Affairs
Ministry of Agriculture of the Islamic Republic of Iran
Keshavarz Bld, M.O.A., 17th floor
Teheran

• IRELAND
Publications Section, Stationery Office
4-5 Harcourt Road
Dublin 2

• ISRAEL
R.O.Y. International
P.O. Box 13056
Tel Aviv 61130

• ITALY
FAO (See last column)
Libreria Scientifica Dott. Lucio de Biasio "Aeiou"
Via Coronelli 6
20146 Milano
Libreria Concessionaria Sansoni S.p.A. "Licosa"
Via Duca di Calabria 1/1
50125 Firenze
Libreria Internazionale Rizzoli
Galleria Colonna, Largo Chigi
00187 Roma
FAO Bookshop
Viale delle Terme di Caracalla
00100 Roma

• JAPAN
Far Eastern Booksellers (Kyokuto Shoten Ltd)
12 Kanda-Jimbocho 2 chome
Chiyoda-ku - P.O. Box 72
Tokyo 101-91



WHERE TO PURCHASE FAO PUBLICATIONS LOCALLY
POINTS DE VENTE DES PUBLICATIONS DE LA FAO
PUNTOS DE VENTA DE PUBLICACIONES DE LA FAO

Maruzen Company Ltd
P.O. Box 5050
Tokyo International 100-31

• KENYA
Text Book Centre Ltd
Kijabe Street, P.O. Box 47540
Nairobi

• KUWAIT
The Kuwait Bookshops Co. Ltd
P.O. Box 2942
Salat

• LUXEMBOURG
M.J. De Lannoy
202, avenue du Roi
1060 Bruxelles (Belgique)

• MALAYSIA
Electronic products only:
Southbond
Sendinan Berhad Publishers
9 College Square
10250 Penang

• MALI
Librairie Traore
Rue Soundiata Keita X 115, B.P. 3243
Bamako

• MAROC
Librairie "Aux Belles Images"
281, avenue Mohammed V
Rabat

• MEXICO
Librería, Universidad Autónoma de Chapingo
56230 Chapingo
Libros y Editoriales S.A.
Av. Progreso Nº 202-1° Piso A
Apdo Postal 18922 Col. Escandón
11800 México D.F.

• NETHERLANDS
Roodveldt Import B.V.
Browersgracht 288
1013 HG Amsterdam

• NEW ZEALAND
Legislation Services
P.O. Box 12418
Thorndon, Wellington

• NICARAGUA
Librería Universitaria, Universidad Centroamericana
Apartado 69
Managua

• NIGERIA
University Bookshop (Nigeria) Ltd
University of Ibadan
Ibadan

• NORTH AMERICA
Publications:
UNIPUB
4611/F, Assembly Drive
Lanham MD 20706-4391, USA
Toll-free 800 233-0504 (Canada)
800 274-4888 (USA)
Fax 301-459-0056
Periodicals:
Ebsco Subscription Services
P.O. Box 1431
Birmingham AL 35201-1431, USA
Tel. (205) 991-6600
Telex 78-2661
Fax (205) 991-1449
The Faxon Company Inc.
15 Southwest Park
Westwood MA 02090, USA
Tel. 6117-329-3350
Telex 95-1980
Cable FW Faxon Wood
Electronic products only:
Winrock International Institute for Agricultural Development
1611 North Kent Street
Suite 600 Service
Arlington VA 22209

• NORWAY
Narvesen Info Center
Bertrand Narvesens vei 2
P.O. Box 6125, Etterstad
0602 Oslo 6

• PAKISTAN
Mirza Book Agency
65 Shahrah-e-Quaid-e-Azam
P.O. Box 729, Lahore 3
Sasi Book Store
Zaibunnisa Street, Karachi

• PERU
Librería Distribuidora "Santa Rosa"
Jirón Apurimac 375, Casilla 4937
Lima 1

• PHILIPPINES
International Book Center (Phils)
Room 1703, Cityland 10
Condominium Cor. Ayala Avenue &
H.V. dela Costa Extension
Makati, Metro Manila

• POLAND
Ars Polona
Krakowskie Przedmiescie 7
00-950 Warsaw

• PORTUGAL
Livraria Portugal, Dias e Andrade Ltda.
Rua do Carmo 70-74, Apartado 2681
1117 Lisboa Codex

• SINGAPORE
Select Books Pte Ltd
03-15 Tanglin Shopping Centre
19 Tanglin Road
Singapore 1024

• SLOVENIA
Cankarjeva Zalozba
P.O. Box 201-IV
61001 Ljubljana

• SOMALIA
"Samater's"
P.O. Box 936
Mogadishu

• SRI LANKA
M.D. Gunasena & Co. Ltd
217 Olcott Mawatha, P.O. Box 246
Colombo 11

• SUISSE
Librairie Payot S.A.
107 Freiestrasse, 4000 Basel 10
6, rue Grenus, 1200 Genève
Case Postale 3212, 1002 Lausanne
Buchhandlung und Antiquariat Heinimann & Co.
Kirchgasse 17
8001 Zurich
UN Bookshop
Palais des Nations
CH-1211 Genève 1
Van Diermen Editions Techniques ADECO
Case Postale 465
CH-1211 Genève 19

• SURINAME
Vaco n.v. in Suriname
Domineestraat 26, P.O. Box 1841
Paramaribo

• SWEDEN
Books and documents:
C.E. Fritzes
P.O. Box 16356
103 27 Stockholm
Subscriptions:
Vennergren-Williams AB
P.O. Box 30004
104 25 Stockholm

• THAILAND
Suksapan Panit
Mansion 9, Rajdamnern Avenue
Bangkok

• TOGO
Librairie du Bon Pasteur
B.P. 1164
Lomé

• TUNISIE
Société tunisienne de diffusion
5, avenue de Carthage
Tunis

• TURKEY
Kultur Yayinlari Is - Turk Ltd Stl.
Ataturk Bulvari Nº 191, Kat. 21
Ankara
Bookshops in Istambul and Izmir

• UNITED KINGDOM
HMSO Publications Centre
51 Nine Elms Lane
London SW8 5DR
Tel. (071) 873 9090 (orders)
(071) 873 0011 (inquiries)
Fax (071) 873 8463
and through HMSO Bookshops
Electronic products only:
Microinfo Ltd
P.O. Box 3, Omega Road, Alton
Hampshire GU342PG
Tel. (0420) 86848
Fax (0420) 89889

• URUGUAY
Librería Agropecuaria S.R.L.
Buenos Aires 335
Casilla 1755
Montevideo C.P. 11000

• USA (See North America)

• VENEZUELA
Tecni-Ciencia Libros S.A.
Torre Phelps-Mezzanina, Plaza Venezuela
Caracas
Tel. 782 8697-781 9945-781 9954
Tamanaco Libros Técnicos S.R.L.
Centro Comercial Ciudad Tamanaco,
Nivel C-2
Caracas
Tel. 261 3344-261 3335-959 0016
Tecni-Ciencia Libros, S.A.
Centro Comercial, Shopping Center
Av. Andrés Eloy, Urb. El Prebo
Valencia, Edo. Carabobo
Tel. 222 724
Fudeco, Librería
Avenida Libertador-Este, Ed. Fudeco,
Apartado 254
Barquisimeto C.P. 3002, Ed. Lara
Tel. (051) 538 022
Fax (051) 544 394
Télex(051) 513 14 FUDEC VC

• YUGOSLAVIA
Jugoslovenska Knjiga, Trg.
Republike 5/8, P.O. Box 36
11001 Belgrade
Prosveta
Terazije 16/1
Belgrade

• ZIMBABWE
Grassroots Books
100 Jason Moyo Avenue
P.O. Box A 267, Avondale
Harare;
61a Fort Street
Bulawayo

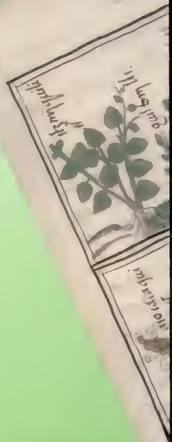
Other countries / Autres pays / Otros paises
Distribution and Sales Section, FAO
Viale delle Terme di Caracalla
00100 Rome, Italy
Tel. (39-6) 52251
Fax 52253152
Telex 625852 / 625853 / 610181 FAO I

d'Amérique et des processus qui ont entraîné la marginalisation de certaines cultures et quatre autres sections qui correspondent aux régions où l'on cultive, ou cultivait, les espèces agricoles marginalisées: Amérique centrale, région andine, Amazonie et Caraïbes, péninsule ibérique. Cette dernière section a été incluse dans l'ouvrage afin d'étudier les réciprocités éventuelles dans l'échange, commencé en 1492, de fleurs et de cultures entre les deux rives de l'Atlantique.

Outre les suggestions utiles qu'il donne pour le sauvetage et l'amélioration des cultures dont il traite, cet ouvrage offre des perspectives entièrement différentes de celles selon lesquelles on envisage traditionnellement les répercussions de la découverte de l'Amérique.

Illustration de la couverture:
Bernardino de Sahagún, *Code florentin* **(Livre 11 F286R),** Biblioteca Medicea Laurenceana, Florence

Illustrations du texte: ***J. Castaño***





ISBN 92-5-203217-7 ISSN 1014-305X
9 789252 032175
P-15 T0646E/1/12.94/1600